المجلس الأعلى للثقافة

المشروع القومي للترجمة

أقدم لك..
ستيفن هوكنج

تأليف

ج.ب.ماك ايفوى

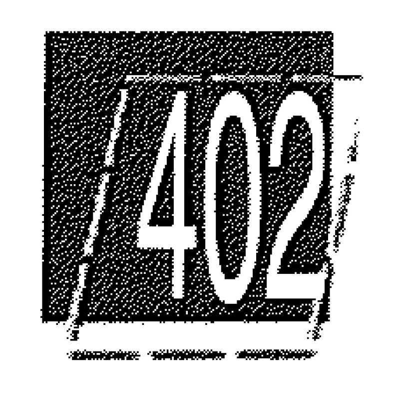
أوسكار زاريت

ترجمة

ممدوح عبد المنعم محمد

مراجعة وإشراف وتقديم

إمام عبد الفتاح إمام



المشروع القومى للترجمة

أقدم لك

ستيفن هوكنج

تأليف

ج. ب. ماك ايفوى

أوسكار زاريت

ترجمة

ممدوح عبد المنعم محمد

مراجعة وإشراف وتقديم

إمام عبد الفتاح إمام

المجلس الأعلى للثقافة

رقم الإيداع بدار الكتب المصرية

٢٠٠٢/٤١٧٣

الترقيم الدولى I.S.B.N

977-5769-47-7

المشروع القومى للترجمة
إشراف: جابر عصفور

هذه ترجمة لكتاب:

Stephen Hawking



J. P. Mc Evoy
and Oscar Zarate

شارع الجبلاية بالأوبرا - الجزيرة - القاهرة ت: ٧٣٥٢٣٩٦ فاكس: ٧٣٥٨٠٨٤
El Gabalaya St. Opera House, El Gezira, Cairo
Tel : 7352396 Fax : 7358084 E.Mail:Asfour@onebox.com

مقدمة

بقلم المراجع

أقدم لك ... هذا الكتاب ... !

هذا هو الكتاب الثانى عشر من سلسلة «أقدم لك ...» عن عالم الفيزياء النظرى البريطانى «ستيفن وليم هوكنج» (١٩٤٢ ـ ....) الذى يُعد معجزة بجميع المقاييس فهو معجزة بشرية : عبقرية علمية تجلس على كرسى متحرك؛ رجل مقعد يصعب عليه الكلام أو الكتابة، لكنه تغلب على ذلك كله بعبقريته ليصبح معجزة فى ميدان الفيزياء يقارنون بينه وبين «نيوتن» من ناحية و«أينشتين» من ناحية أخرى.

يتابع «هوكنج» : نظرية أينشتين فى النسبية العامة ـ لا سيما فى مجال الجاذبية ـ بعد أن انتقل عام ١٩٦٢ من جامعة اكسفورد إلى جامعة كيمبردج ليتابع أبحاثه فى هذا الميدان. وتؤدى هذه الدراسة إلى البحث فى نظرية الكم المتعلقة بالجاذبية، وذلك فى محاولة لتفسير موضوعين هامين :

الأول : ما يسمى بالانفجار العظيم ، الذى بدأ منه ـ الكون.

الثانى : «الثقوب السوداء»..بالإضافة إلى تفسير التفردات (وأحياناً تسمى بالأمور «الشاذة») التى لم تفسرها نظرية النسبية الكلاسيكية تفسيراً كافياً.

ويقدم «هوكنج»، فى كتابه «تاريخ موجز للزمان» عام ١٩٨٨ تفسيراً شعبياً مبسطاً للكسمولوجيا، ولهذا السبب يصبح من أكثر الكتب رواجاً فى العالم ... ولقد نجح فى أن يبيّن لنا أن أية نظرية فى كسمولوجيا النسبية العامة لابد أن تكون «متفردة» فالتفرد فى عالمنا هو «الانفجار العظيم» الذى يبدأ منه الكون. وهو نظرية أصبحت مقبولة الآن. أما الجوانب الهامة فى بحوث «هوكنج» الأخيرة فقد تركزت حول النظرية النسبية العامة فى مجال الثقوب السوداء.

كما يحاول هذا العبقرى الفذ تقديم مركب شامل يجمع بين رياضيات الكم والنظرية

النسبيـة وذلك مع بداية نشره لكتاب « البنيـة العريضة للـزمكـان Space-Time» عـام ١٩٧٣ بالاشتراك مع ج.ف. اليس G.F. Ellis.

ولقد تمّ تعيـين هوكنج أستاذاً للفيـزياء فى جامعة كـيمبردج عام ١٩٧٧ تـقديراً لهذا الرجل العملاق من زاويتى عبقريته العلمية وعجزه البشرى !

أما مؤلف الـكتاب فهو ج. ب ماك إيفـوى الذى نال درجة الدكتوراة فى الفـيزياء من جامـعة لندن عـام ١٩٦٨ . وظل ما يقـرب من خمس وعـشرين سنة يعـمل ويدرس فى ميدان البحوث الفيزيائية فى جامعة كلارك ، والمدرسة الأمريكية فى لندن، ونشر أكثر من خمسـين بحثاً. ثم عمل بعـد ذلك فى ميدان تبسـيط العلم فى الصحافة وأجـهزة الإعلام المختلفـة لا سيمـا البرامج التعليـمية فى التـليفزيون. ومن هنا كـان لديه خبرة واسـعة فى تبسيط وتوضيح المصطلحات العلمية على نحو ما يتضح فى كتابنا الحالى.

أما الفنان أوسكار زاريت الذى قام بتصـميم الرسوم التوضيحية، فـقد سبق أن شارك فى إعداد كتـب كثيرة من هذه السلسلة، صـدر منها بالفعل كتـاب «الذهن والمخ» (العدد ٣٠٩ من المشـروع القومى للتـرجمة) كـما شـارك فى إعداد كـتب أخرى مثـل : فرويد، وكلاين، وماكيافللى، ولينين ... إلخ وهى كتب نرجو أن تصدر تباعاً فى هذه السـلسلة.

وبعد ...

فإنا لنأمل أن نكون بترجمتنا لهذا الكتاب قـد أضفنا جديداً إلى المكتبة العربية ، ضمن المشروع القومى للترجمة.

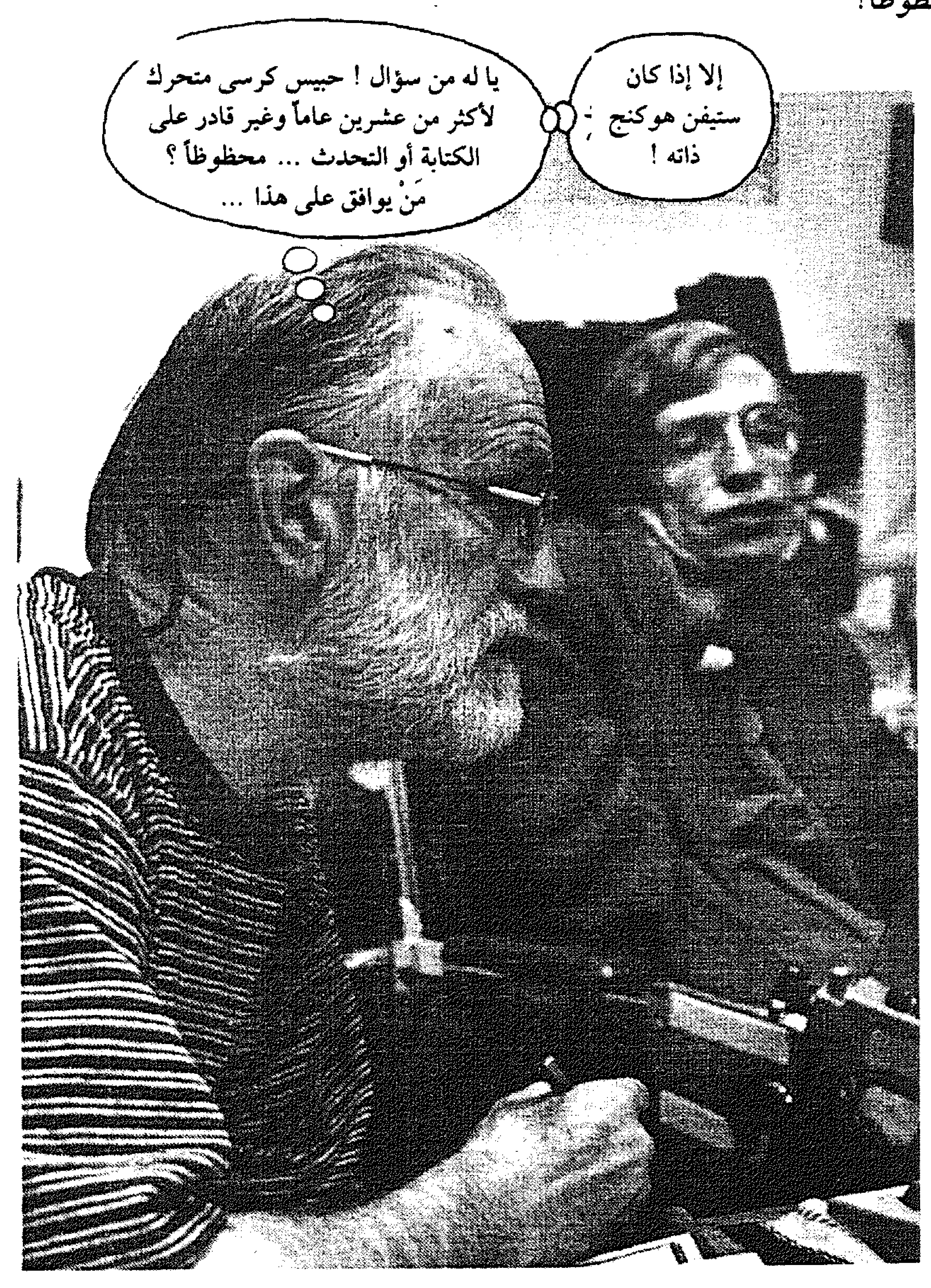
والله نسأل أن يهدينا جميعاً سبيل الرشاد،

المشرف على السلسلة

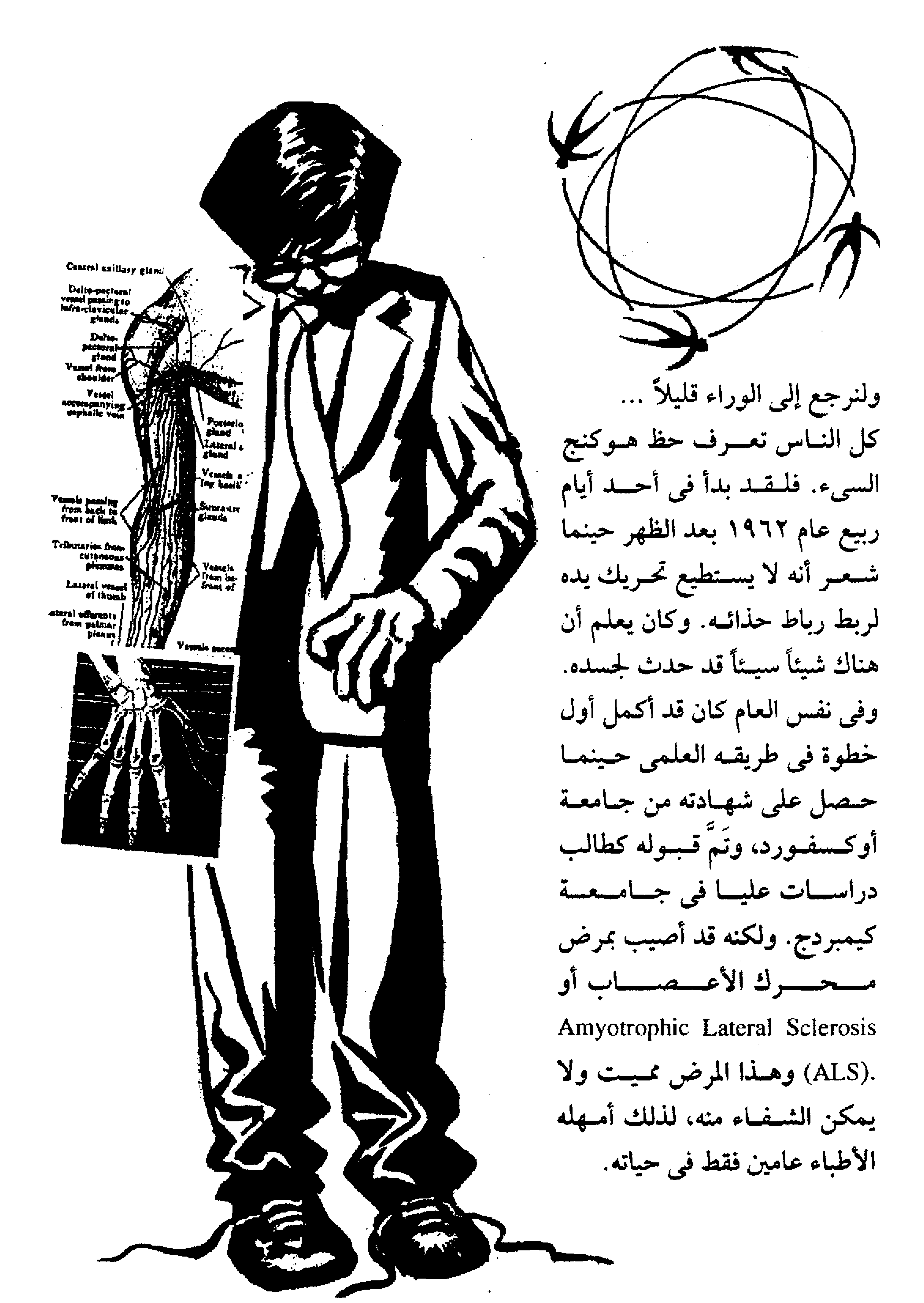
إمام عبد الفتاح إمام

أكثر الرجال حظاً فى العالم

فى يوم التاسع عشر من شهر أكتوبر عام ١٩٩٤ جلس مؤلف هذا الكتاب مع ستيفن هوكنج، ثم بدأ بسؤال ربما يبدو جريئاً إن لم يكن وقحاً : هل يعتبر هوكنج نفسه محظوظاً؟




أوافق على كونى محظوظاً فى كل شىء عدا إصابتى بمرض محرك الأعصاب، وحتى المرض لم يكن على قدر كبير من النكبة بالنسبة لى. فلقد تمكنت من التغلب على آثار المرض بواسطة الكثير من المساعدة. فلقد كنت على قدر كبير من الرضا لأصل إلى النجاح بغض النظر عن المرض.
وفى الحقيقة فإننى أكثر سعادة مما كنت قبل إصابتى بالمرض. ولا أستطيع أن أجزم بأن المرض كان بمثابة منفعة لى، ولكنه لم يكن على درجة العيب العالية التى كانت متوقعة منه.



ولنرجع إلى الوراء قليلاً ...
كل الناس تعرف حظ هوكنج السيء. فلقد بدأ فى أحد أيام ربيع عام ١٩٦٢ بعد الظهر حينما شعر أنه لا يستطيع تحريك يده لربط رباط حذائه. وكان يعلم أن هناك شيئاً سيئاً قد حدث لجسده. وفى نفس العام كان قد أكمل أول خطوة فى طريقه العلمى حينما حصل على شهادته من جامعة أوكسفورد، وتَمَّ قبوله كطالب دراسات عليا فى جامعة كيمبردج. ولكنه قد أصيب بمرض محرك الأعصاب أو Amyotrophic Lateral Sclerosis (ALS). وهذا المرض مميت ولا يمكن الشفاء منه، لذلك أمهله الأطباء عامين فقط فى حياته.



ومثلما نعتقد نحن فى السير الذاتية والأخبار الصحفية فى الصحيفة المصغرة، فقد قضى هوكنج شهوراً عديدة بعد ذلك فى اكتئاب عميق فى مكانه فى الجامعة وهو يشرب الخمر ويستمع لـ «فاجنر». ومما زاد مرارة هوكنج أنه قد تم إخباره بأن عالم الكونيات الشهير «فيرد هولى» (ولد عام ١٩١٥) ، السبب الذى جعله يختار جامعة كيمبردج كأول خياراته، لن يشرف على أبحاثه.

ولكن سرعان ما بدأ حظه فى التغير، فلقد أعجبت به جان وايلد، الفتاة التى قابلها فى ليلة رأس السنة عام ١٩٦٢، إعجاباً حقيقياً. كذلك قامت جامعة كامبريدج بالتسجيل له مع دينيس سكياما (ولد عام ١٩٢٦) وهو أحد أفضل المشرفين على الأبحاث علماً وأكثرهم إلهاماً فى مجال علم الكونيات النسبى.



وبمجرد قبول أن قدرات ستيفن هوكنج الطبيعية قد تأثرت وحددت بصرامة نتيجة مرض (ALS) العنيف، بدأت سلسلة كاملة من الأحداث المبشرة بالخير فى الحدوث فى بداية الستينات من القرن العشرين والتى مكنته من تحقيق قدره لأن يكون واحداً من رواد علم الكونيات فى العصر الحديث.

أول شيء كـان المجال الذى اختاره وهو الفيزياء النظرية والتى لا تتطلب أى أدوات سوى عقله ، كما أنها لم تتأثر لأى درجة من الدرجات بمرضه. وقد وجد شريكاً قادراً على مساعدته وهى جاين وايلد وكذلك مشرفاً على رسالته ملائماً لهواه وهو «سكياما».

ثم قابل «روجر بنروز» (ولد عام ١٩٣١) عالم الرياضيات اللامع الذى كان يعمل فى مجال الثقوب السوداء والذى كان مقرراً له أن يقوم بتعليمه طرق ووسائل تحليل جديدة فى الفيزياء . ولقد قام بنروز بحل مشاكل بحثية ساعدت على استمرار هوكنج فى رسالته وكذلك وضعه فى الاتجاه الأساسى للفيزياء النظرية.





1916. №7.
ANNALEN DER PHYSIK.
VIERTE FOLGE. BAND 49.

1. *Die Grundlage der allgemeinen Relativitätstheorie;*
von A. Einstein.

وقد كـان هوكنج على موعـد آخر مع القدر فـى نفس الوقت. فقد كـانت هناك نظرية تطبق على نطاق واسع فى مسائل عـملية فى علم الكونيـات وهى النظرية النسبـية العـامة لأينشتين، وقد بدا أن التنبؤات التـى تم بناؤها على هذه النظرية لم تقبل لعشرات السنوات بسبب شـدة غرابتها. وفـى بداية الستينات كـان العصر الذهبى للبـحث فى علم الكونيات المبنى على النسبية العامة على وشك أن يبـدأ. وكان الشاب الطموح برغم كونه أعرج قليلاً الذى خطط لأن يكون عالماً فى الفيـزياء النظرية جاهزاً للعمل. ولم يكن يعرف مـدة حياته ... ولكنه بالتأكيد كان فى المكان المناسب فى الوقت المناسب.



ويسمى هوكنج بـ عالم الكونيات النسبية، وهذا يعنى أنه درس الكون ككل (كونيات) واستخدم النظرية النسبية بصورة أساسية (نسبية).

وبما أن هوكنج قد قضى حياته العملية كلها كعالم فيزياء نظرية (منذ بداية الستينات وحتى منتصف العقد الأخير من القرن العشرين) فى دراسة نسبية أينشتين العامة، فمن الأفضل أن نعرف عما تدور هذه النظرية.

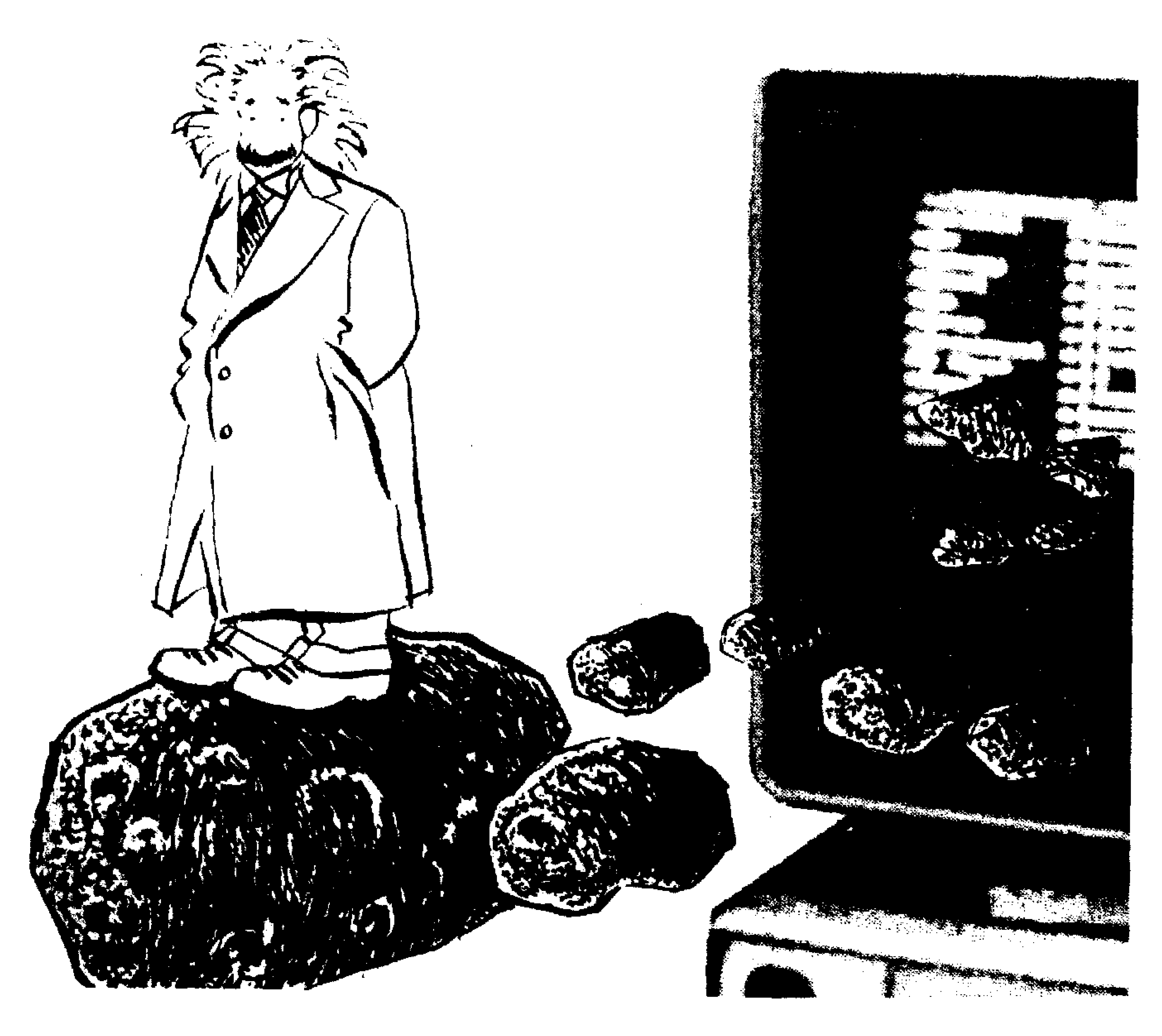


النظرية النسبية العامة

فى برلين، فى شهر نوفمبر عام ١٩١٥ كان ألبرت أينشتين (١٨٧٩ ـ ١٩٥٥) قد أكمل لتوه نظريته عن النسبية العامة، وهى عبارة عن صياغة رياضية يتم فيها استخدام الفضاء المنحنى والوقت الملتوى فى وصف الجاذبية. وقد بدأ علم الكونيات ككل بعد ذلك بعامين عندما نشر أينشتين بحثاً آخر تحت اسم «اعتبارات كونية» والذى قام فيه بتطبيق نظريته على كل الكون.

ومن الصعب أن يتمكن أحد من النظرية النسبية، ولكن الكثير من التلاميذ الذين يفهمونها يوافقون على كونها نظرية ممتازة ورائعة لوصف الجذب.

وعملية وصف مجموعة من المعادلات الرياضية بأنها رائعة لا يساعدنا على فهم كيفية اختلاف نظرية أينشتين عن نظرية إسحق نيوتن (١٦٤٢ ـ ١٧٢٧)، ولكن المثال الذى يوضح كيفية وصف الجاذبية بواسطة كلا النظريتين وفى نفس الظروف الفيزيائية من الممكن أن يفى بالغرض.



لماذا يجب على عالم الكونيات أن يقوم بدراسة الجذب ؟

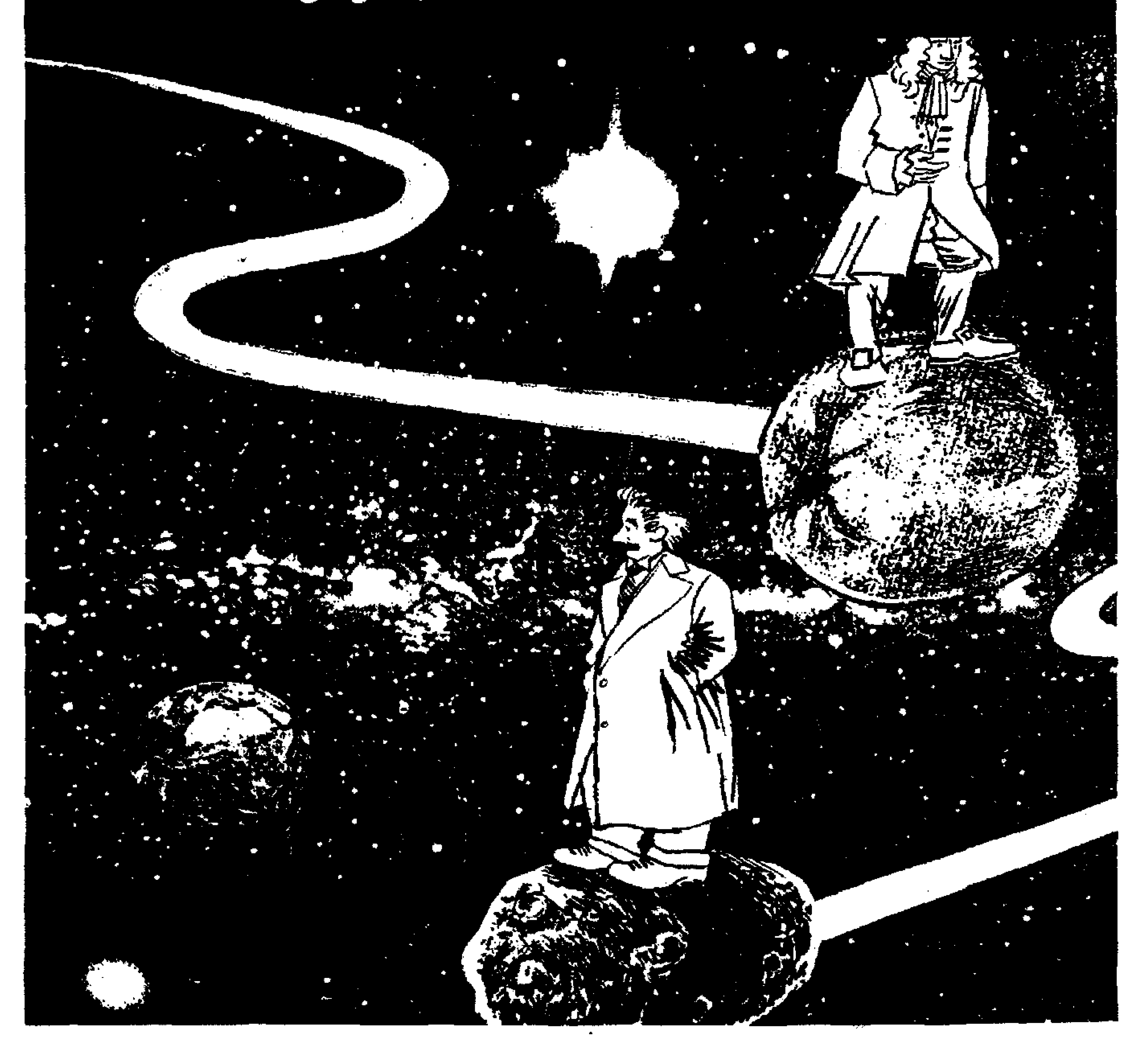
علم الكونيات هو دراسة كل الكون ويبنى كثير من هذا العلم على افتراض «الجرف ـ الواسع». ويحدد الجذب التركيب الكبير للكون أو ببساطة أكثر فإن الجذب يحفظ الكواكب والنجوم والمجرات معاً. وهذا هو أكثر المبادئ أهمية فى هذا المجال.

وحتى العصر الحديث كان يُعتقد أن علم الكونيات هو علم زائف يُوكل للأساتذة الفخريين المتقاعدين. ولكن فى العقود الثلاثة الأخيرة أدت أعمال هوكنج بالإضافة إلى تطويرين أساسيين قاموا بتغيير هذه المادة بصورة مثيرة.



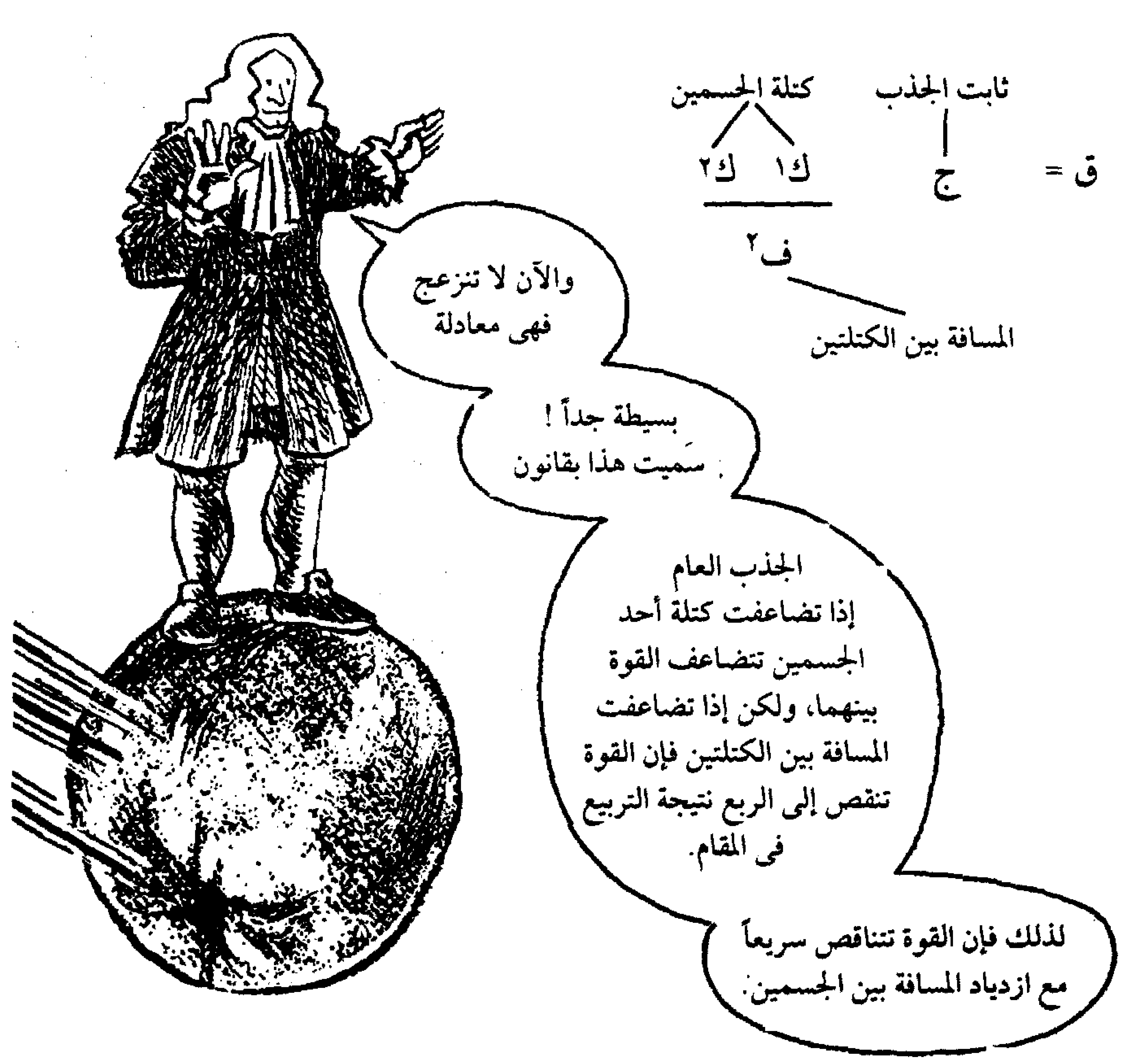
الأول هو التقدم الهائل فى علم الفلك القائم على الملاحظة التى تصل إلى أبعد المجرات، الشيء الذى جعل الكون عباره عن معمل لاختبار النماذج الكونية. الثانى هو نظرية النسبية العامة لإينشتين التى تم إثباتها العديد من المرات حتى أصبحت صحيحة ومقبولة لوصف الجاذبية فى الكون كله. والفيزياء علم تراكمى حيث ان النظريات الجديدة تُبنى على القديمة. ويتم قبول الأفكار التى تحقق النتائج العملية ونبذ تلك التى لا تتماشى مع النتائج العملية. وهدفنا النهائى هو فهم إسهامات هوكنج الذى وصل بنظرية الجذب لإينشتين إلى أبعد حدودها.

وهناك أمر هام آخر وهو أن نفهم معظم النظريات الجزئية ، فعلى سبيل المثال تعتبر قوانين الجاذبية لنيوتن صحيحة فقط عندما تكون الجاذبية ضعيفة ويجب أن تحل محلها نظرية النسبية العامة لأينشتين فى حالة الجاذبية القوية. وبالمثل فإن النسبية يجب أن تتبدل بميكانيكا الكم عند دراسة التفاعلات عند مقياس ميكروسكوبى مثل الانفراديه Singalarity أو عند منتصف أو حافة الثقب الاسود. وهوكنج هو صاحب الحظ السعيد الذى دمج النسبية مع ميكانيكا الكم فى صورة الجذب الكمى والتى تسمى فى الأوساط العلمية بـ نظرية كل شيء.



نيوتن : مبدأ القوة

قدم نيوتن مبدأ قوة الجذب التثاقلى وذكر أن الجذب المتبادل بين كتلتين يتناسب تناسباً طردياً مع كتلتيهما (أى كمية المادة التى تحتوى كلا ـيـن) وعكسياً مع مربع المسافة بين الجسمين.



والتجاذب هو أضعف قوة فى الطبيعة كما نستنتجه من خلال قيمة ثابت الجذب ج فى الوحدات العملية :

ج = ٦,٦٧ X ١٠$^{-١١}$ نيوتن متر^{٢} / كيلوجرام^{٢}

والنيوتن هو وحدة عملية للقوة ويساوى تقريباً ربع رطل.

أربعة أنواع من القوى فى الكون

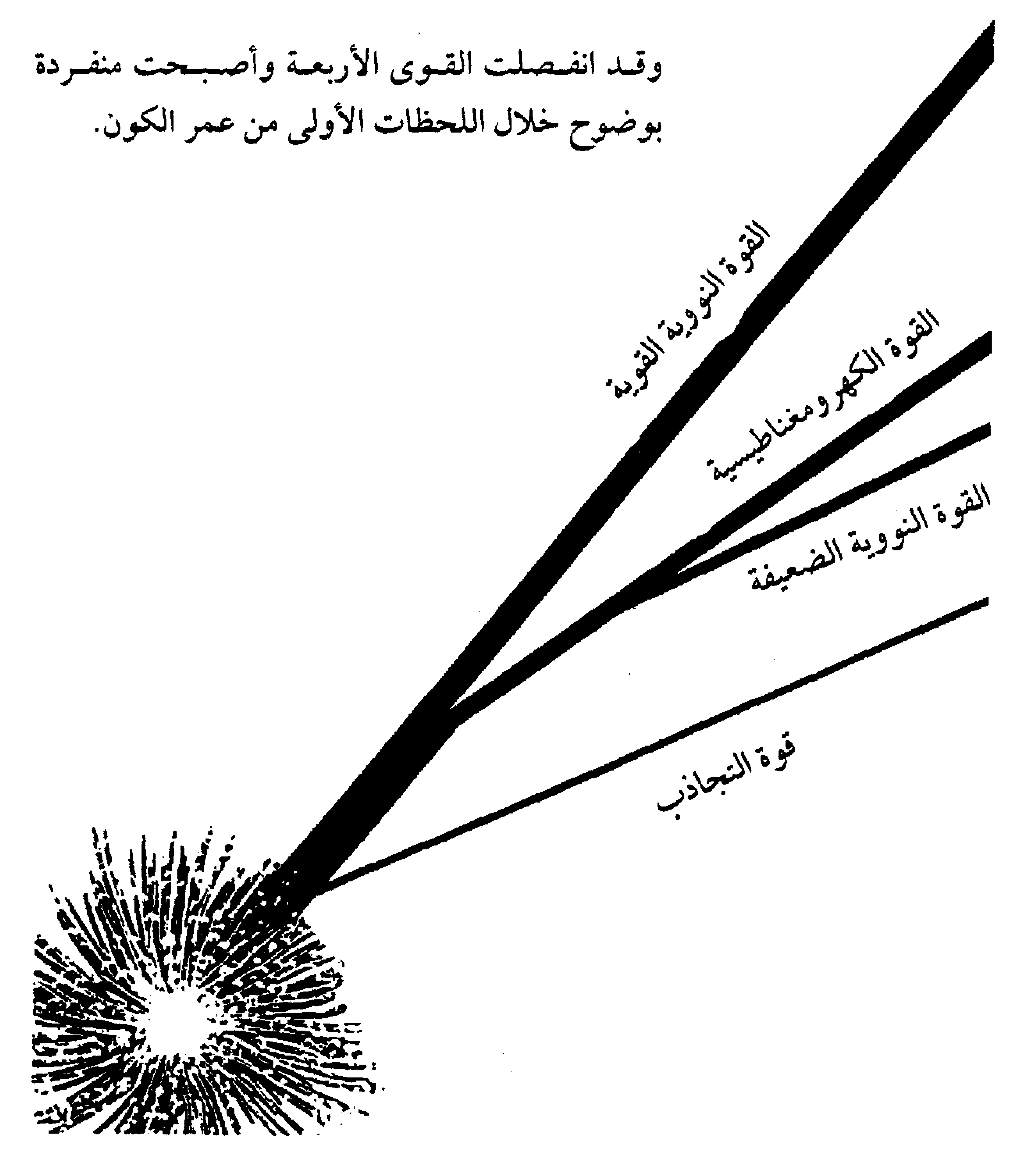
القوة الكهرومغناطيسية : تقوم بحفظ الذرات مع بعضها وهى أساس لكل التفاعلات الكيميائية.

القوة النووية القوية : تقوم بربط البروتونات والنيوترونات فى داخل النواة وهذه القوة هامة فى التفاعلات النووية مثل الانشطار والاندماج.

القوة النووية الضعيفة : وهى تحدد التحلل الاشعاعى مثل الإشعاع التلقائى لجسيمات ألفا وبيتا من داخل النواة.

قوة التجاذب : وهى المسئولة عن التركيب الكبير للكون وتكوين المجرات والنجوم والكواكب.

وقد انفصلت القوى الأربعة وأصبحت منفردة بوضوح خلال اللحظات الأولى من عمر الكون.



عندما يقترب مصارعا السومو من بعضهما داخل حلبة المصارعة (وليكن على بعد متر من بعضهما) ، نجد أن القوة التى تجذبهما لبعضهما تعتبر ضئيلة جداً ... فهى أقل ألف مرة من القوة اللازمة لرفع قطعة مربعة من المناديل الورقية !

$$\text{ف ج} = \frac{(\text{٦,٦٧} \times \text{١٠}^{-\text{١١}})(\text{١٣٥})(\text{١٣٥})}{(\text{١ متر})^{\text{٢}}} = \text{٠,٠٠٠٠١٢ نيوتن}$$

$$= \text{٠,٠٠٠٠٠٢٧ رطل.}$$

حيث ١٣٥ كجم هو وزن الواحد منهم، للتحويل من نيوتن الى رطل نضرب فى٠,٢٢٥

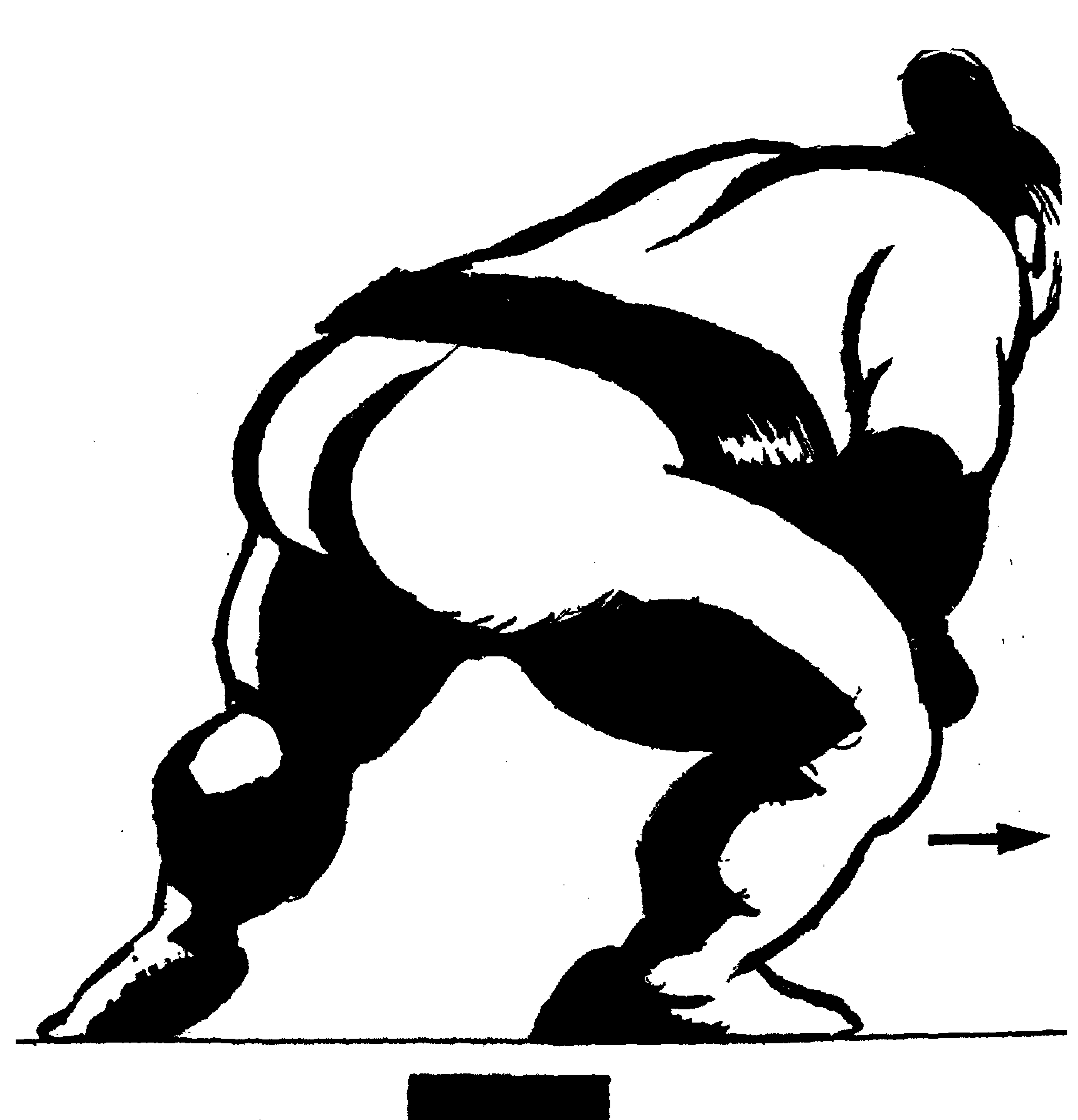




ولكن قـوة جذب كل منهـما إلى الأرض أكـبر بكثـير. وذلك لأن الجسـم الآخر الذى يجذبهم هو الأرض التى لها كتلة ٥,٩٨ X ١٠ ^٢٤^ كجم.

ونصف قطر الكرة الأرضية هو ٦,٣٧ X ١٠ ^٦^ متر وبالتعويض عن هذه القيم نجد أن هذه القوة هى :

$ق_ج$ = ٢٩٨ رطل (وهو وزن المصارع).



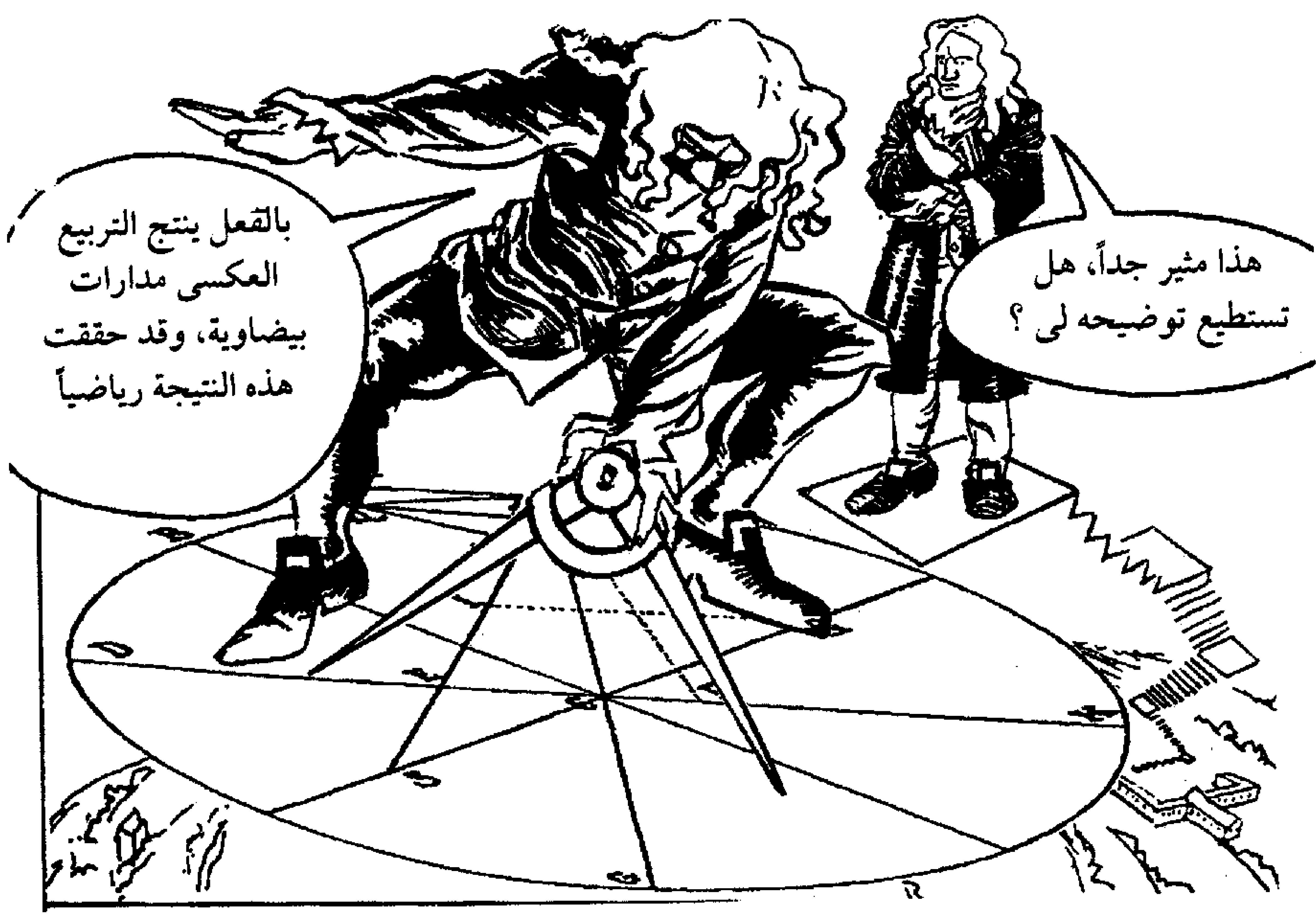


المبادئ الرياضية The Principia
وصف عالم نيوتن

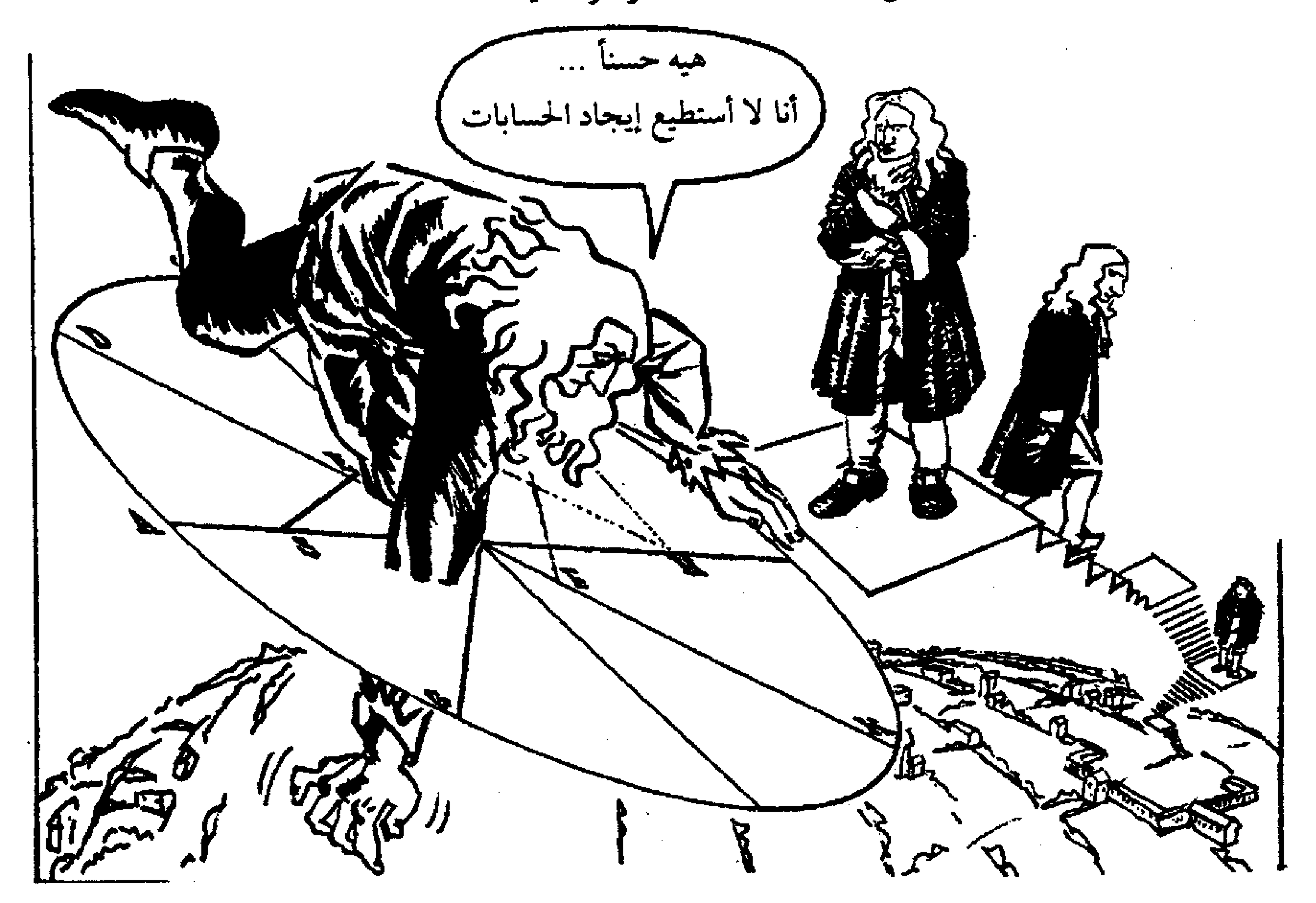
كان نيوتن مهتماً بصورة أساسية بالجاذبية بين الشمس والكواكب (أى النظام الشمسى). وقد نشأت القوة الدافعة لنشر مبادئه Principia من خلال مناقشة فى الجمعية الملكية فى عام ١٦٨٤ بين عالم الفلك إدمون هالى (١٦٥٦ - ١٧٤٢) والمهندس المعمارى السيد كريستوفر رين (١٦٣٢ - ١٧٢٣) والمنافس التقليدى لنيوتن روبرت هوك (١٦٣٥ - ١٧٠٣).



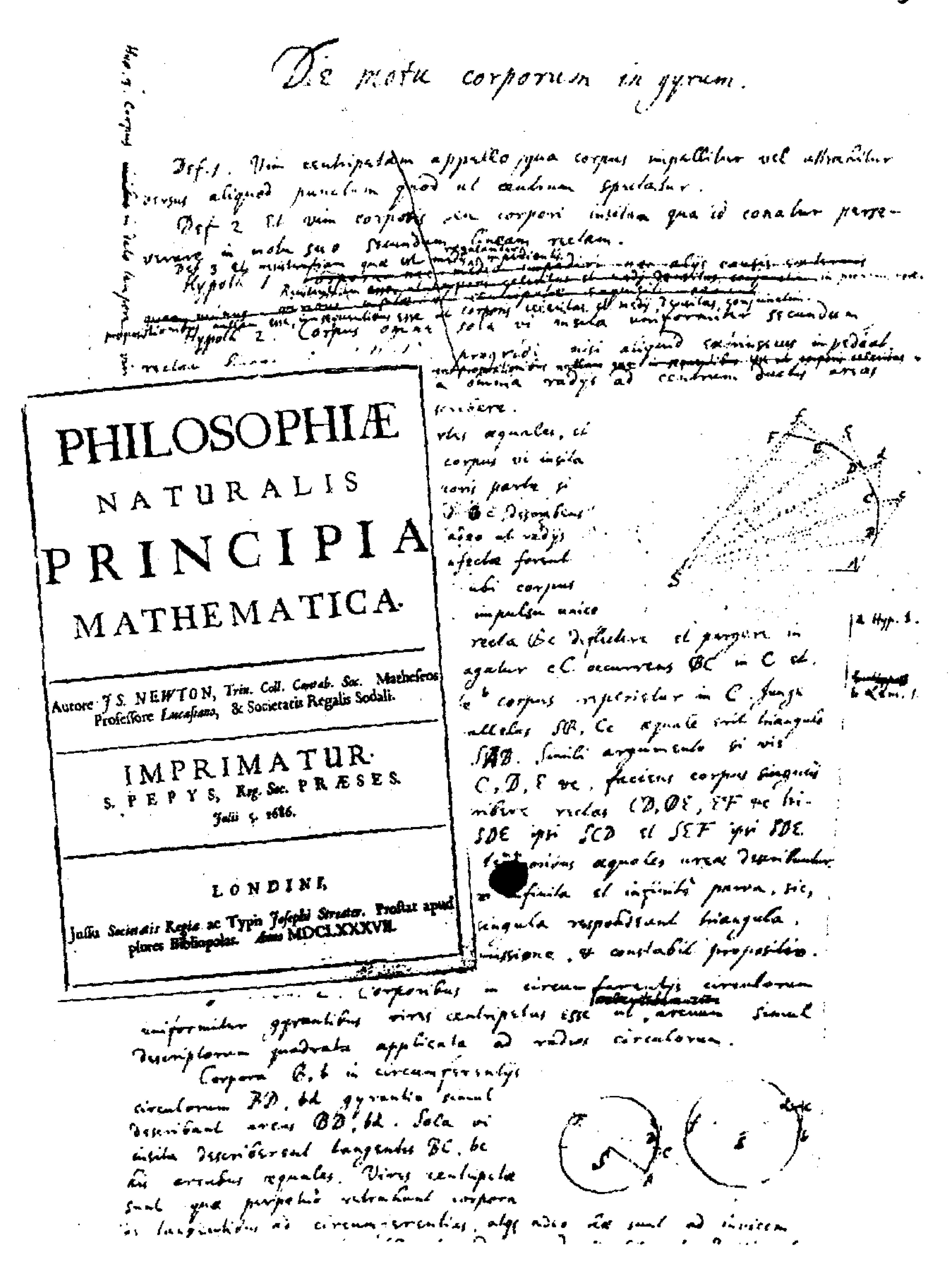
وبدون تردد قام نيوتن (العبقرى الناسك) بالرد على سؤال هالى عن المدار البيضاوى



كلنا نعرف أن جوهانس كبلر (١٥٧١ - ١٦٣٠) قد أوضح أن مدارات الكواكب تأخذ الشكل البيضاوى ، لكن الإثبات الرياضى لذلك كان شيئاً آخر مرة ثانية.



وعـاد هالي إلى لندن وهو مـحبط، لكن بعـد ٣ أشـهر تسلـم بحثـاً من ٩ ورقـات باللاتينيـة (عن حـركـة الأجسـام فى المدارات)، والذى قـام فـيه نيـوتن بوصف المسـار البيضاوى للكواكب بواسطة قانون الجاذبية وقـوانين الحركة التى وضعها. وكان هذا هو البشير «للمبـادئ الرياضية» المشهورة عالمياً (١٦٨٧) والتى قدمت وصفـاً رياضياً كاملاً لأفكاره.



De motu corporum in gyrum.

PHILOSOPHIÆ
NATURALIS
PRINCIPIA
MATHEMATICA.

Autore J S. NEWTON, Trin. Coll. Cantab. Soc. Matheseos Professore Lucasiano, & Societatis Regalis Sodali.

IMPRIMATUR.
S. PEPYS, Reg. Soc. PRÆSES.
Julii 5. 1686.

LONDINI,
Jussu Societatis Regiæ ac Typis Josephi Streater. Prostat apud plures Bibliopolas. Anno MDCLXXXVII.

نيوتن وهوكنج

تقوم الأوساط العلمية بمقارنة هوكنج عادة مع الآخرين من علماء الفيزياء المشهورين مثل نيوتن وإينشتين. فلم يكن هناك شخص واحد يتسيد جيله كله مثلما كان نيوتن وكذلك بالنسبة لهوكنج فهو واحد من مجموعة قليلة من العلماء البارعين المتمكنين من علم الكونيات فى هذه الأيام. وبعض هذه المقارنات يبدو شيقاً جداً.

فقد قضى نيوتن حياته العملية كلها فى كيمبردج مع أبحاثه ومعامله فى كلية ترينتى. أما هوكنج فكان فى كيمبردج منذ بداية حياته فى الدراسات العليا فى عام ١٩٦٢ فيما عدا بعض سنوات الراحة القليلة التى قضاها فى الخارج.

قام كلاهما بمحاولة توضيح الملاحظات الفيزيائية من خلال نظريات الجاذبية : نيوتن استخدم نظريته الخاصة وهوكنج استخدم النسبية العامة لإينشتين بصورة أساسية.

وقد ارتقى كلاهما نفس المنصب الرفيع فى كيمبردج وهو Lucasian Chair of Mathematics.



وكان التطبيق واسع النطاق لمبدأ نيوتن «المبادئ الرياضية» غير عادى بالمرة. فلقد نجحت النظرية فى الحال ووجد أنها قابلة للتطبيق على كل أنواع الحركات فى النظام الشمسى متضمنةً القمر والمذنبات بالإضافة للكواكب. وكانت هذه النظرية دقيقة جداً لدرجة أنها استخدمت لاكتشاف كوكب نبتون والذى لم تكن رؤيته ممكنة بالتلسكوبات المتاحة فى وقتها.



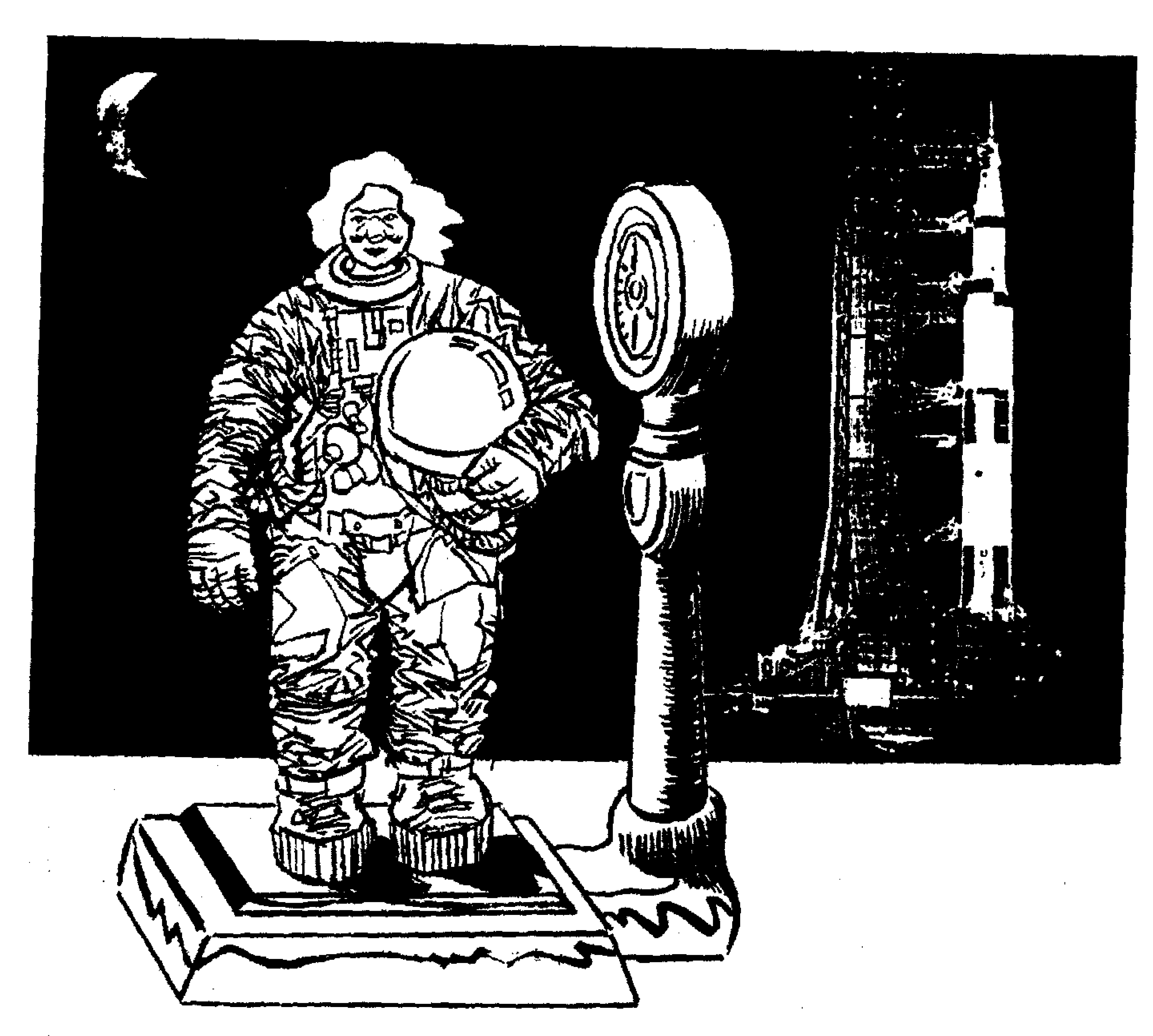
وربما يندهش الكثير إذا علمـوا أن الوصول إلى القمر بعد وفاة إينشـتين بنصف قرن لا يتطلب أى تحويرات لنظرية نيوتن. وقد استخدم مهندسـو ناسا (وكالة الفضاء الأميريكية) المبادئ الرياضية عندما كانوا يبرمجون صواريخهم فى «كاب كينيدى» عام ١٩٦٩ .



لكن الفرق بينهمـا يمكن تجاهله إلا إذا كانت القياسات تتم بالقـرب من جسم له كتلة كبيرة. ففى النظام الشمسى يمكن إهمال آثار نسبية إينشتين واستخدام نظرية نيوتن.

مبدأ الكتلة

لنأخذ فى الاعتبار الطريقة الغريبة لإنقاص الوزن : رحلة إلى القمر ! عند نقل جسم فى سفينة فضاء إلى القمر فإن وزنه ينقص إلى السدس ! ويمكن التحقق من نقصان الوزن هذا ببساطة جداً، باستخدام قانون نيوتن فى الجاذبية للمقارنة بين قوة جذب الجسم على سطح الأرض (أى وزنه) بتلك على سطح القمر. بمجرد التعويض بالأرقام فى المعادلة نرى هذا النقصان الغريب فى الوزن. ولكن لاحظ كيفية استخدام الكتلة.



كتلة رجل الفضاء هى ٦٠ كجم (والتى تم تحديدها بواسطة ميزان وكتل عيارية) ، وكتلة الأرض هى ٥,٩٨ x ١٠ ^٢٤^ كجم ونصف قطرها ٦,٣٧ x ١٠ ^٦^ متر، وباستخدام هذه القيم فى معادلة نيوتن نجد أن الوزن يساوى :

الوزن = $ق_{ج}$ = ٥٩٠ نيوتن = ١٣٢ رطل.

والآن ما هو وزنه على القمر ؟ استخدم نفس الطريقة ولكن هذه المرة بوضع كتلة القمر = $٧,٣٤ \times ١٠^{٢٢}$ كجم ونصف قطره = $١,٧٤ \times ١٠^{٦}$ متر

الوزن = ٩٧ نيوتن = ٢١,٨ رطل.

وحتى مصارع السومو سيزن ٥٠ رطلاً فقط.



الكتلة، بالرغم من أنه لا يوجد شك حولها، إلا أن مبدئها ملىء بالحيل. ومن قبل أينشتين لم يكن فقط من الصعب فهمها ولكن أيضاً كانت غامضة بفظاعة. وإذا فكرنا فى هذه الخاصية للأجسام التى تجعلها تنجذب ناحية أجسام أخرى تبعاً لقانون الجذب لنيوتن:

$$\text{ق (قوة)} = \text{ج} \frac{\text{ك}_1 \text{ك}_2}{\text{ف}_2} \quad \text{(كتلة التجاذب)}$$



بعد ذلك ، فكر فى خاصية الجسم التى تجعله يقاوم التغييرات فى سرعته كما فى قانون نيوتن الثانى للحركة

ق (قوة) = ك (كتلة القصور الذاتى) x جـ (العجلة)

أو جـ = $\frac{\text{ق (قوة)}}{\text{ك (كتلة)}}$

وبالطبع إذا كانت الكتلة الهامدة كبيرة فإن العجلة تكون صغيرة.

والآن هل يوجد اختلاف بين هاتين الكميتين،

كتلة التجاذب وكتلة القصور الذاتى ؟

لقد أربكنا نيوتن.



ألبرت أينشتين. منقذ الفيزياء التقليدية

تم ترك عدم التوافقات فى الفيزياء التقليدية لرجل واحد فقط ليقوم بتوضيحها ألا وهو ألبرت أينشتين. وقد قرر علماء العصر الفيكتورى العظام أنه لم يتبق سوى مشاكل تافهة، لكن أينشتين سار فى اتجاه ليقلب فيزياء نيوتن رأساً على عقب. وإذا تخيلنا أن البناء النظرى الذى وضعه نيوتن عبارة عن بيت مصنوع من بعض الكروت الورقية. ففى الواقع قام أينشتين بإزالة اثنين من هذه الكروت فقط. وما حدث فقط هو أنهم كانوا فى أساس هذا التكوين.



ولافتراض ذلك كان على أينشتين أن يثبت أنه ليس بإمكان أى شىء أن يتحرك بسرعة أكبر من سرعة الضوء والتى قال عنها أينشتين أنها دائما ثابتة، وقد أسمى أينشتين هذا العمل بالنظرية الخاصة للنسبية.

كانت أول أبحاث أينشتين عن الديناميكا الكهربية واهتمت بالإشارات الضوئية والساعات المتحركة. ولكنه بعد فترة وجيزة بدأ ينزعج بخصوص الجاذبية وأربكته خاصيتها المحيرة التي تسمى بالتأثير عن بعد.

ووفقاً لنيوتن، إذا اختفت الشمس فجأة عند لحظة ما فسيختفي أيضاً مجالها عند الأرض فجأة والتي تبعد عنها ملايين الأميال. ولكن الضوء القادم من الشمس وبسرعته المحدودة يستمر في السير تجاه الأرض ولمدة ثماني دقائق بعد ذلك. وقد أربك ذلك أينشتين مثلما فعل مبدأ الكتلة.



بالنسبة لأينشتين كانت هذه الملاحظات عبارة عن تناقضات انزعج منها عبر سنين، وكان يعرف بصفته شاباً أن إرادة الله وراء كل هذه التفاصيل.

وبدأ أينشتين المنزعج يأخذ فى اعتباره احتمال وجود طريقة أخرى لتفسير الجاذبية، والتى ربما لا تكون قوة على الإطلاق. وحيث أن حركة الأجسام التى تسقط سقوطاً حراً لا تعتمد على كتلة أو تركيب هذه الأجسام (كما اكتشف جاليليو فى القرن الخامس عشر) فإن الجاذبية ربما تكون راجعة لخواص معينة للوسط الذى تسقط فيه أو الفراغ نفسه.

وبواسطة العديد من الخطوات الخاصة والإبداعية استنتج أينشتين أن الفضاء ليس مستوياً ولكنه مُنْحنٍ وهذه الانحناءات تنتج عن وجود الكتل فى الكون. وكنتيجة مباشرة فإن الأجسام التى تسّير فى الفضاء المنحنى لا تتبع خطوطاً مستقيمة ولكنها بدلاً من ذلك تتبع مسارات أقل مقاومة عبر خطوط الكنتور للفضاء المنحنى، وتسمى هذه المسارات جيودسيك geodesics . وإذا كان هذا صحيحاً فلا توجد حاجة لقوى الجذب التى تنتقل لحظياً ولا حتى من الضرورى تفسير التطابق الشاذ بين كتلتى الجذب والقصور الذاتى.

وقد قام أينشتين بإنقاذ الفيزياء التقليدية وإكمال ما قام به جاليليو ونيوتن وجيمس كلرك ماكسويل (١٨٣١ - ٧٩).



أينشتين وهوكنج

لقد أتت معظم الأعمال العظيـمة فى الفيزياء نتيجة ربط البديهة الفـيزيائية الخارجة مع المهارات الرياضية ، وتعتبر الأولى أهم بكثير من الثانية.

لم يكن كلٌّ من أينشتين وهوكنج عالمَ رياضيات فقط ولكنـهما قاما بتعلم الرياضيات التى تمكنهـما مـن دراسة الفـيزياء ووضع صـيغ لأفكارهمـا فى أفـضل صورة ممكنة. قـام أينشتين بالاستعـانة بصديقه مارسل جروسمان لتعلم طرق هندسـة ريمان من أجل معالجة الفضاء المنحنى. أما هوكنج المتلهف لحل أسرار الثقـوب السوداء فقد سأل روجر بنروز من أجل تعلم الطرق الطبـولوجية الجديـدة لنظرية الانفرادية Signularity theory . وقـد كـان لكليهما القدرة على التقاط الحلول لمعظم المشاكل الشيقة.

وقد كـانت فكرة أينشتين عن الفـضاء المنحنى على قـدر من العقلانيـة ولكنه لم يعرف كيفيـة صياغة هذا التصور الجـديد. لذلك فقد بدأ أينشتين بالحلم تماماً كـما فعل فى نظرية النسبية الخاصة.

وكان عليه أن يحول الأفكار النوعية التخطيـطية إلى مجموعة من المعادلات التى تعطى الكمية الدقـيقة لمقدار الانحناء الناتج عن مقدار كـتلة معين. وهذا التطور يعتبـر أحد أكثر الأمثلة الإبداعية التى تعتمد على قـوى التفكير المجرد. وقد أطلق أينشتين على هذه الفكرة التى جعلته يبدأ فى هذا المجال :



أسعد فكرة فى حياتى ... !

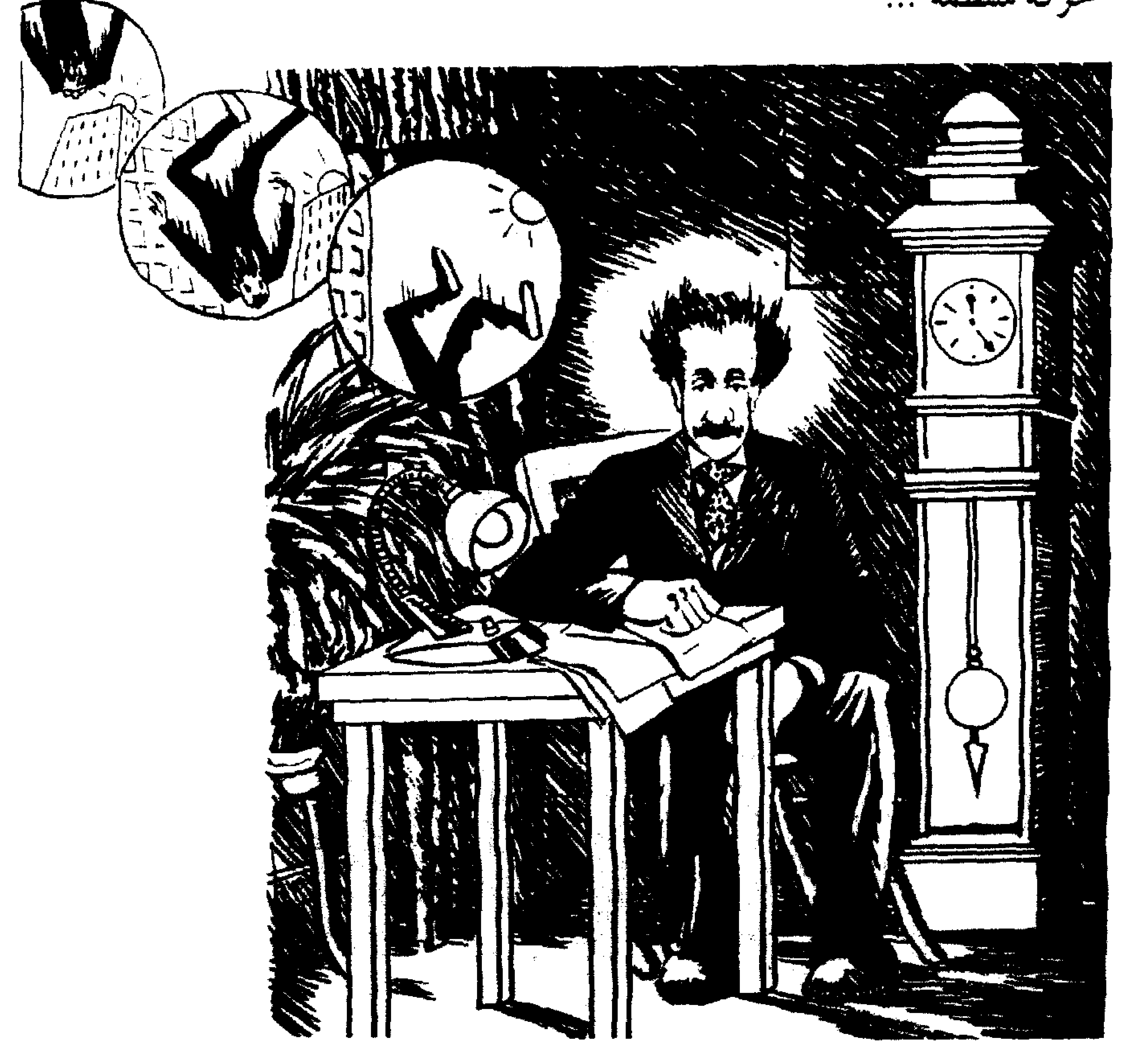


أسعد فكرة لأينشتين

عندما كنت جالساً فى مكتب براءة الاختراع فى برن (١٩٠٧) ورد على ذهنى فكرة مفاجئة، إذا سقط شخص ما سقوطاً حراً فلن يشعر بوزنه. لقد كنت مروعاً فى وقتها وجاءت هذه الفكرة بانطباع عميق لدىّ ودفعتنى لنظرية جديدة للجاذبية، وكانت هذه هى أسعد فكرة فى حياتى.

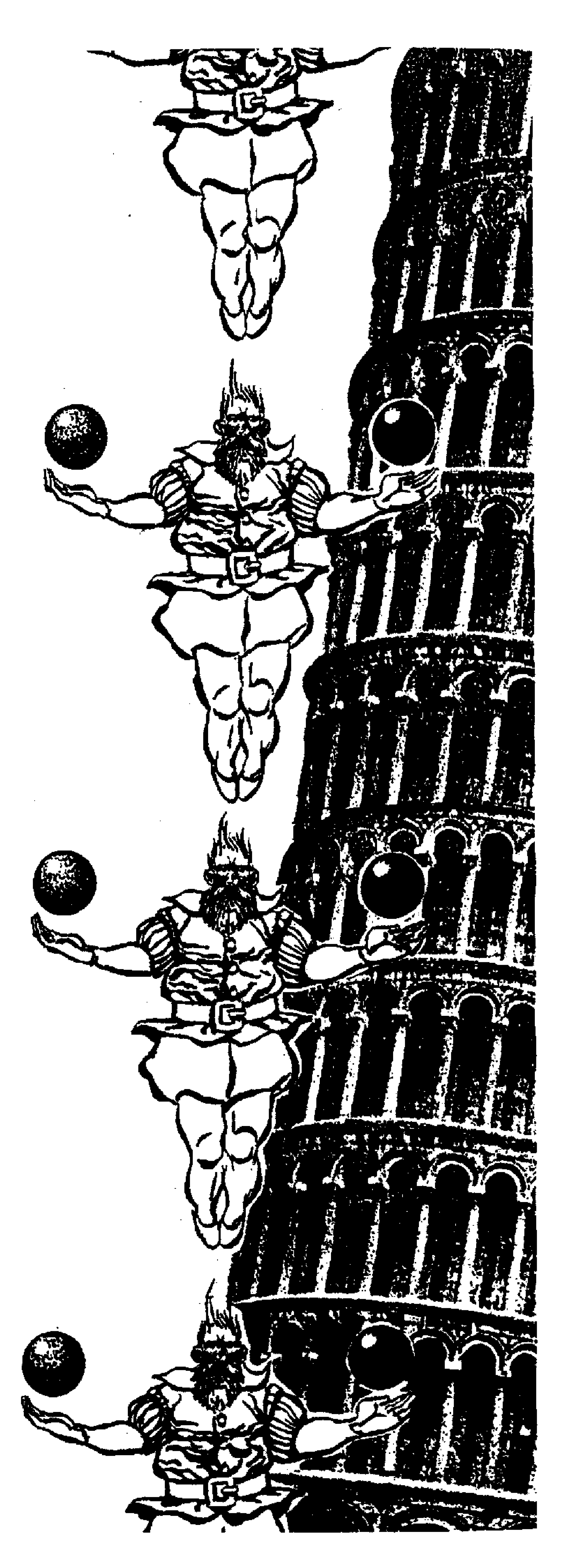
وقد كنت مصدقاً بأنه إذا سقط شخص سقوطاً حراً فإنه لن يشعر بأى مجال للجذب. وإذا قام هذا الشخص بإسقاط جسم آخر (مثل كرة المدفعية) فإنه سيظل فى حالة سكون أو حركة منتظمة بالنسبة له بغض النظر عن طبيعته الكيميائية أو الفيزيائية. (وبالطبع يأتى هذا بعد تجاهل مقاومة الهواء).

وبالطبع هذا الشخص له الحرية الكاملة لوصف حالته بأنه فى حالة سكون أو حركة منتظمة ...



ثم أكمل قائلاً ...

وبسبب هذه الفكرة، فإن القانون التجريبى الغريب الذى ينص على أنه فى مجال الجاذبية تسقط كل الأجسام بنفس العجلة (وهى طريقة أخرى للقول بأن كتلة الجذب هى نفسها كتلة القصور الذاتى) قد حظى فجأة بمعنى فيزيائى عميق. وإذا وجد جسماً واحداً فقط يسقط بعجلة مختلفة عن عجلة سقوط الأجسام الأخرى، فبمساعدة هذا الجسم يمكن للأجسام الأخرى أن تتحقق من كونها تسقط فى مجال للجذب. أما إذا لم يوجد مثل هذا الجسم فإن الشخص الذى يسقط سوف يفتقر لأى وسيلة يمكنه بها التحقق من سقوطه فى مجال جاذبية. وقد أكدت كل الدراسات منذ أيام جاليليو بدقة تامة أن كل الأجسام تسقط بنفس العجلة. لذلك فإن هذا الشخص له كل الحق لأن يعتبر أنه فى حالة سكون وأن البيئة المحيطة به خالية من أى مجال للجذب. لذلك فإن الحقيقة التى توضح عدم اعتماد عجلة السقوط على نوعية المادة المكونة للجسم تعتبر مبدأً قوياً لتطبيق فروض النسبية على أنظمة المحاور التى تتحرك حركة غير منتظمة.



وقد اعتقد أينشتين أن عدم إحساس الشخص الذى يسقط سقوطاً حراً بوزنه يبدو أكثر بساطة. وبناءاً على هذا فقد قام بإزالة كل سقطات التفكير وعدم التوافق فى نظرية نيوتن التى يمكن أن تسمح بها بديهته وقوانين الفيزياء. وقد قام بنقل هذه الفكرة البسيطة للسقوط الحر إلى معمل صغير لا توجد فيه جاذبية. وعند ذلك استطاع أن يحلل تأثير الجاذبية على بعض الظواهر مثل انثناء شعاع الضوء أو تبطئ الساعة ببساطة عن طريق تبديل مجال الجاذبية بمحاكاة حركة معجلة.

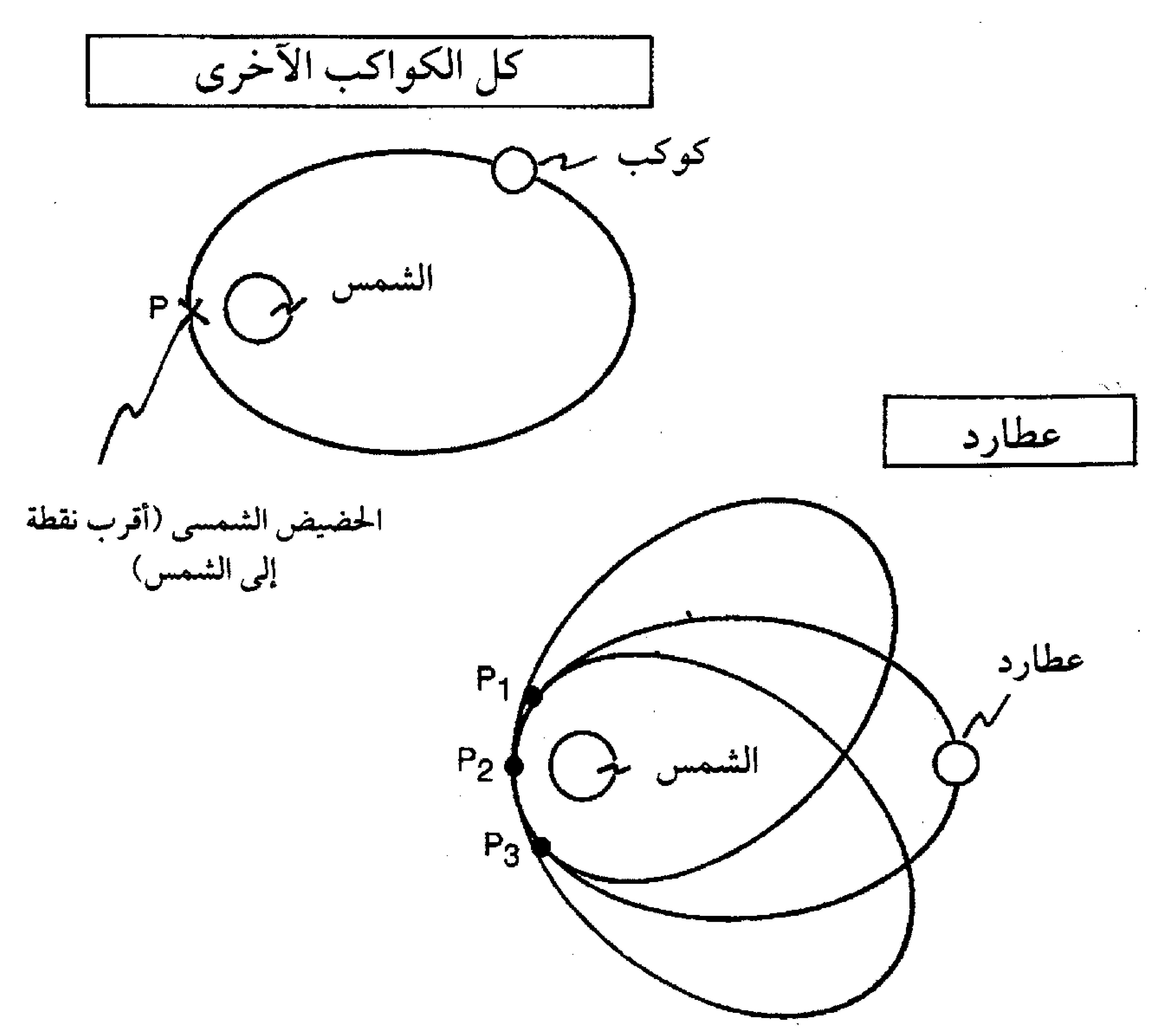
وبهذه البساطة استطاع أينشتين أن يستبدل الجاذبية بالعجلة واكتشف بذلك مبدأ التساوى.



ويستطيع أينشتين عند هذه النقطة أن يستخدم مبدأ النسبية (وهو ينص على أن القوانين الفيزيائيـة لا تعتمد على نظام المحاور) لاخـتبار قوانينه الجديدة عـن انحناء الفضاء. ولديه أيضـاً مبـدأ التـساوى (الجـاذبيـة تساوى الـعجلة) ليبـدأ من خلاله بـالإضافـة إلى بعض المعلومات التجريبية المفيدة.

الحضيض الشمسى لعطارد : من المشكلة إلى الحل

نعود الآن إلى العلـماء فى عصـر نيوتن، حيث إنهم لم ينـزعجوا من عـدم التوافق فى مـدار عطارد والذى لم يكن يعـود إلى نقطة البـداية فى كل دورة. وفى أيام أينشـتين كـان علماء الفلك أكثر من منزعجين، فقد كانوا بحاجة إلى توضيح. وقد تم قياس عدم التوافق هذا بدقة عالية ليعطى ٤٣ ثانية بالتقدير الـدائرى. ويستطيع أينشتين الآن أن يستخدم نتائج الحضيض الشمسى لاختبار قانون الانحناء.



الحضيض الشمسى لعطارد يتقدم ٤٣ ثانية بالتقدير الدائرى كل قرن

العثور على المعادلة الصحيحة

قام أينشتين باستخدام المبادئ الثلاثة لاختبار معادلاته ... وهذه المبادئ هى :



وهذه المعادلات أيضاً تنبأت بانحراف مقداره ٧ , ١ بالتقدير الدائرى للضوء الذى يمر بجانب حافة الشمس، وهكذا حققت تنبؤه عن التأخير فى الزمن أو التواء الزمن.

وقد قدم أينشتين الصورة النهائية لقانون النسبية العامة للانحناء فى الفضاء والالتواء فى الزمن للأكاديمية البروسية فى الخامس والعشرين من نوفمبر عام ١٩١٥.

بعد ذلك جلس ليكتب خطاباً إلى صديق حميم، وهو عالم الفيزياء الألمانى بول إيرنفست.



معادلات المجال : ماذا تعنى ؟

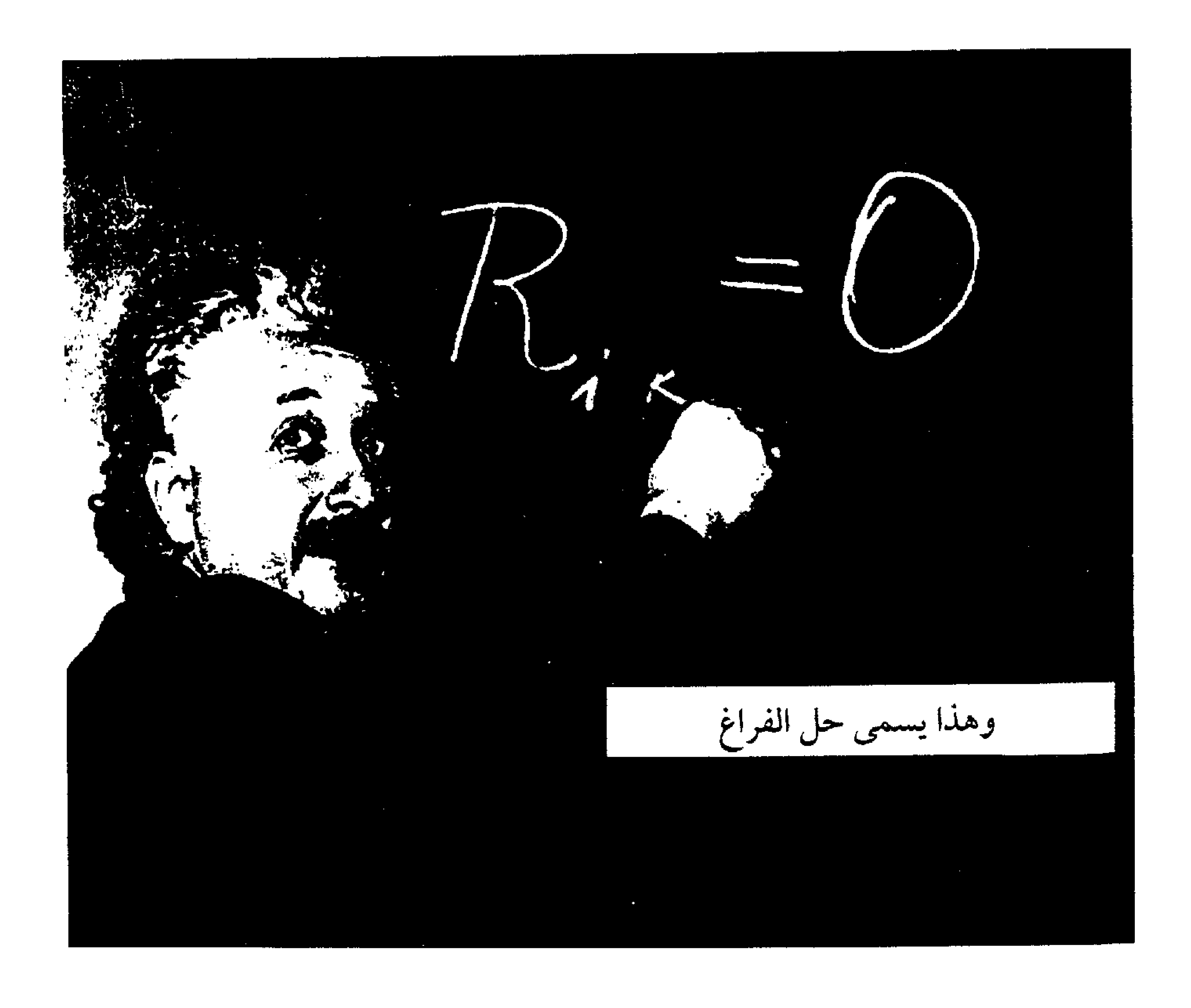
قام الأستاذ البالغ من العمر ٣٦ عاماً بوضع معادلات رياضية أعطت تفاصيل العلاقة بين انحناء الفضاء وتوزيع الكتلة فى الكون. وقد وجد أينشتين أن المادة تخبر الفضاء كيف ينحنى ثم يقوم الفضاء بإخبار المادة بكيفية تحركها ـ وهذه طريقة جديدة لوصف الجذب ، بدون قوى. ولكى يتمكن المرء من التحول بين هذين التصورين للجذب فعليه أن يقوم بقفزة عقلية.



وهذه المعادلات الخارقة تحتوى على توضيح انتقال الحضيض الشمسى لعطارد ودرجة انحناء ضوء النجوم ووجود موجات الجذب والمعلومات عن التفرد فى الفراغ والزمن ووصف تكوين النجوم النيوترونية والثقوب السوداء وحتى التنبؤ بتمدد الكون. هذه هى الأخبار الحسنة.

أما الأخبار السيئة فهى أن الرياضيات صعبة جداً، فهناك عشرون معادلة آنية فى عشر كميات مجهولة. وهذه المعادلات يستحيل حلها فيما عدا بعض الحالات الخاصة حيث تقدم اعتبارات التماثل أو الطاقة اختصارات لهذه المعادلات فى صورة أبسط.

وإذا تجاهلنا الثابت الكونى لامدا وأخذنا فى اعتبارنا الفضاء الحر حيث إن مؤتر الكتلة يساوى صفراً فإن هذه المعادلات تأخذ الصورة البسيطة ...



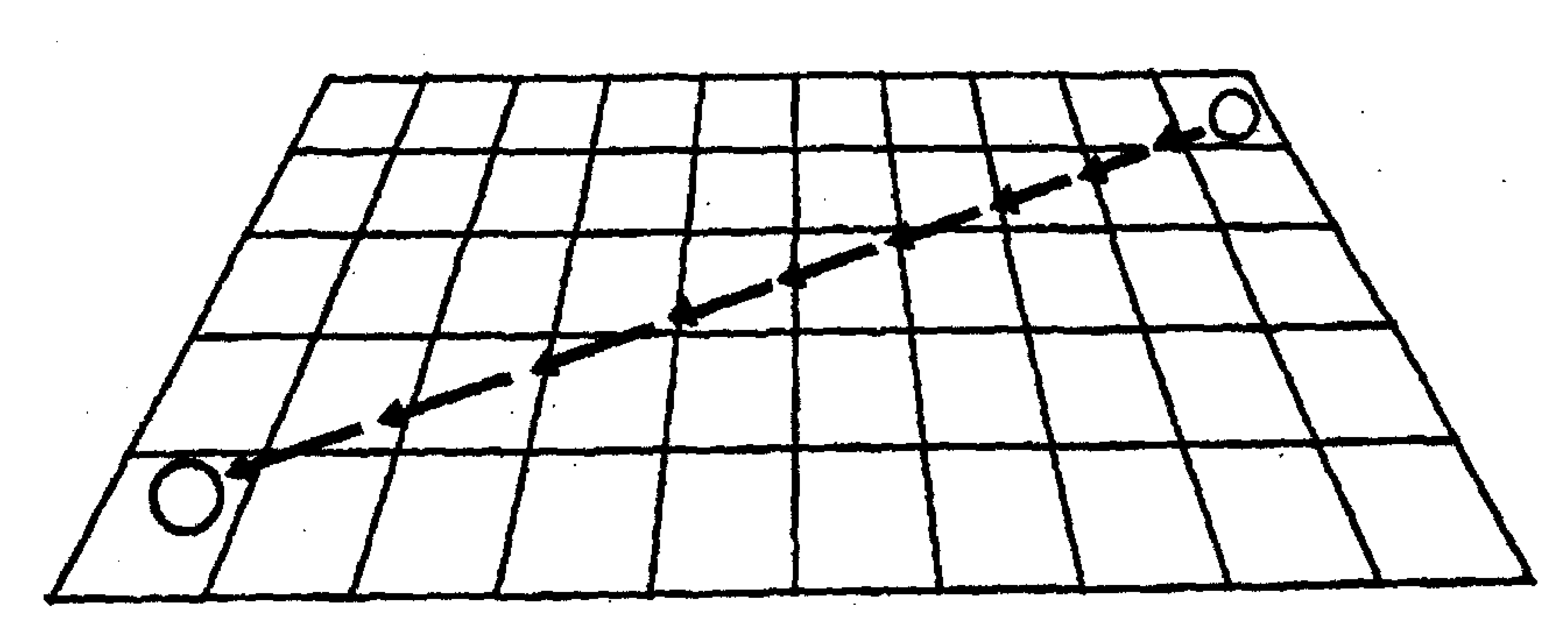
وهذا يسمى حل الفراغ

وهذه المعادلات أخذت شهرة واسعة عن طريق تصوير أينشتين وهو يكتبها أثناء إلقائه محاضرات عن نظريته فى العشرينات من القرن العشرين ، وهى تبدو سهلة !

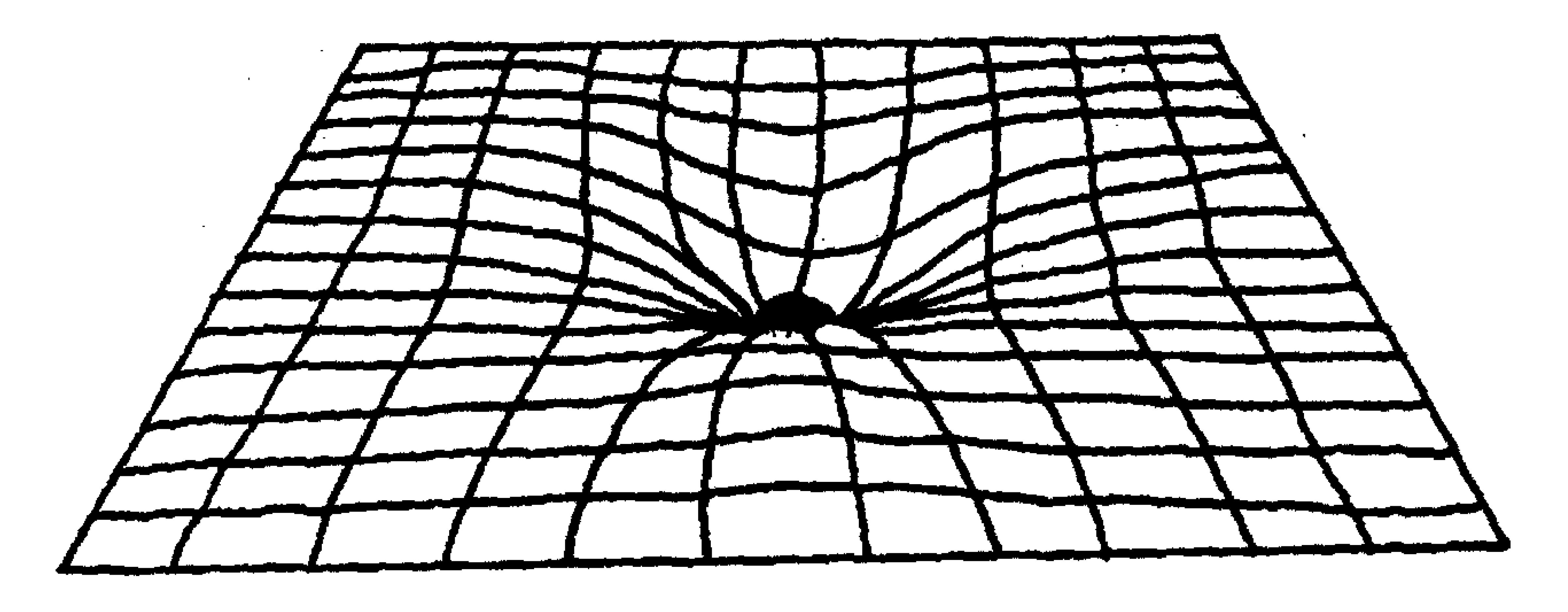
توضيح الفضاء المنحنى : نموذج الرقيقة المطاطية

تعتبر نظرية الجذب التى وضعها أينشتين غير عادية تماماً عندما تتم مقارنتها بنظريات المجال الأخرى مثل الكهربية أو المغناطيسية. حيث إن وصف حركة الأجسام تبنى على معادلات المجال (كيفية انحناء الفضاء والوقت). ومن الممكن فهم ذلك من خلال نموذج بسيط يسمى الرقيقة المطاطية.

فإذا أخذنا فى اعتبارنا لوحة بلياردو تم استبدال ألواحها العلوية برقيقة مشدودة من المطاط القابلة للشد. وإذا تدحرج جسم خفيف مثل كرة تنس الطاولة على هذه اللوحة فإنه يسير فى خط مستقيم نوعاً ما. وهذا يماثل الفضاء المستوى ويعبر مسار كرة تنس الطاولة عن الحركة فى خط مستقيم التى وضعتها النسبية الخاصة.

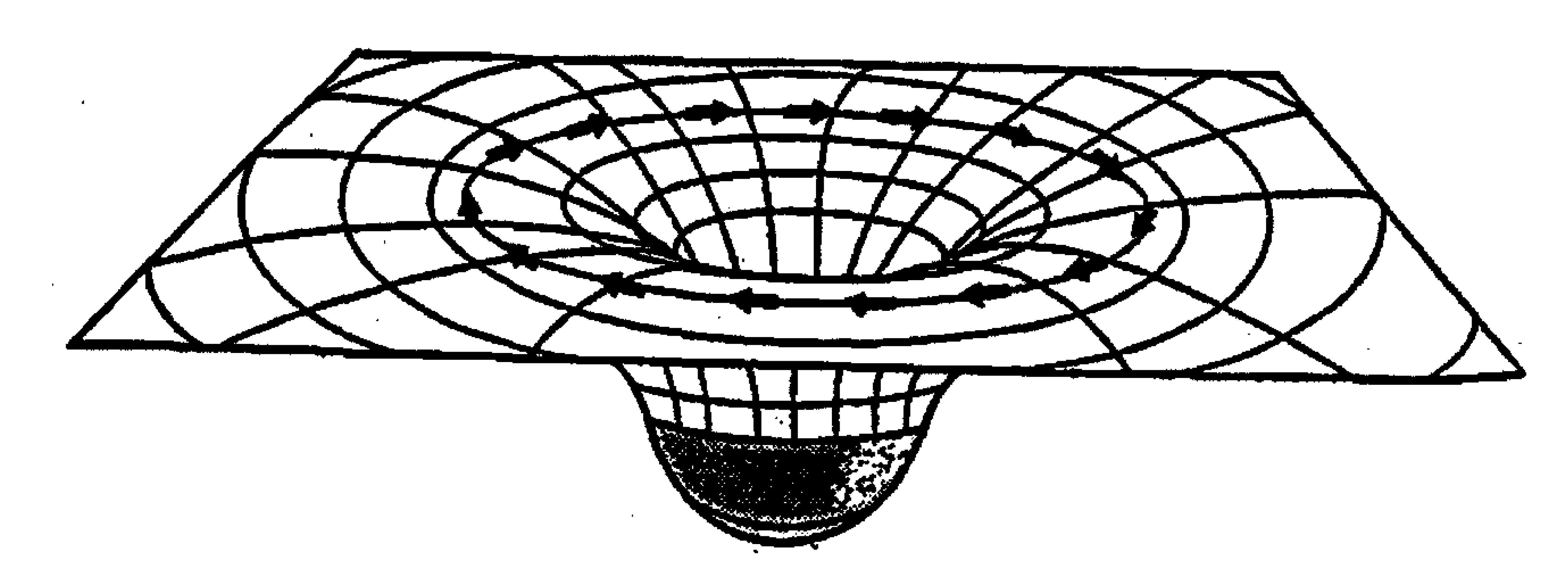


أما عند وضع كرة بلياردو ثقيلة عند مركز هذا اللوح فإنها تجعله ينحنى مكوناً انخفاضاً عند مركزه. هذا النموذج الآن يحاكى انحناء الفضاء بالقرب من الكتلة المركزية الذى تم وصفه بواسطة النسبية العامة.

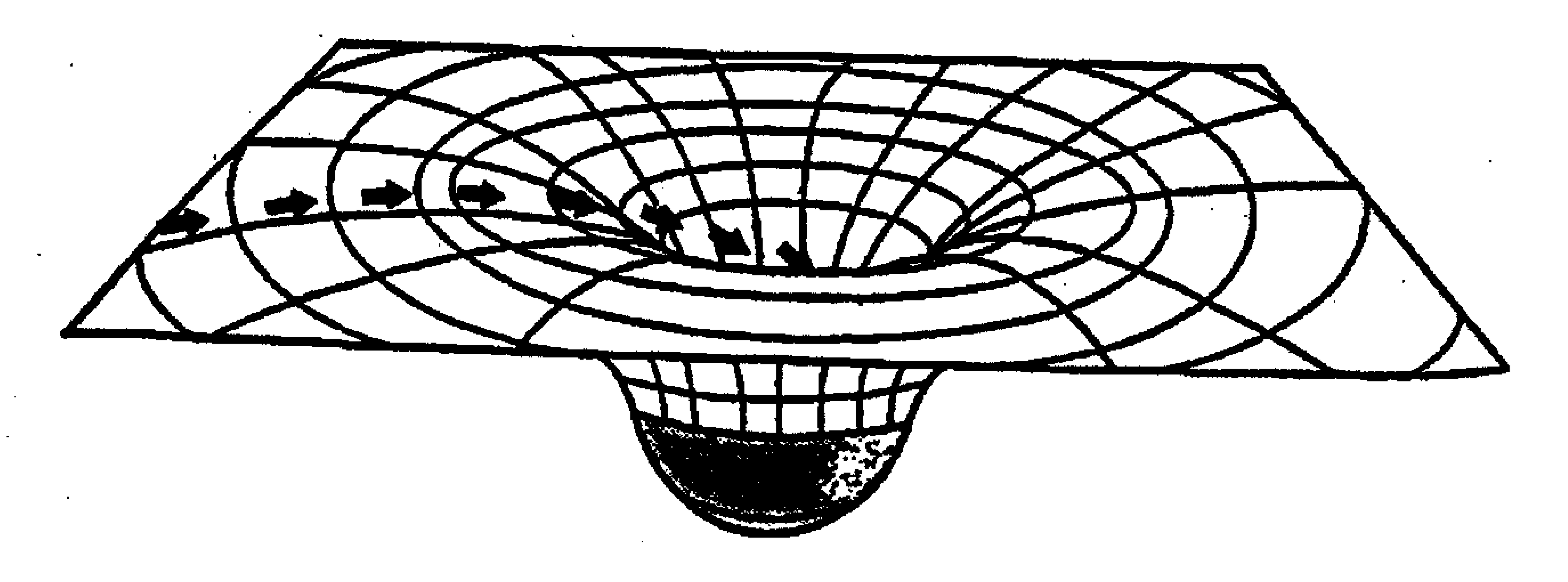


وأبسط حالة من حالات الحركة (غير الخط المستقيم) هي عندما يجذب هذا الانخفاض أي جسم متحرك ليكون مداراً دائرياً، لاحظ أن هذا لا يحتاج إلى أي قوى طرد مركزى للحفاظ على مدار الجسم كما فى تصور نيوتن.

ويفضل الجسم دائماً الحركة فى خط مستقيم ولكن إنحناء الفضاء يجعله يتحرك فى دائرة حول مركز ما. وهو ببساطة يتحرك فى مسار أقل مقاومة فى هذا الفضاء المنحنى. وهذا هو تمثيل النظرية العامة للنسبية لكيفية أسْر الكواكب فى مدارات حول الشمس.



أما إذا كان الجسم يتحرك فى خط مستقيم باتجاه الشمس ، فإنه يسقط متسارعاً نحو المركز الجاذب، وهذا هو تمثيل تصادم النيازك مع الشمس أو الأرض.



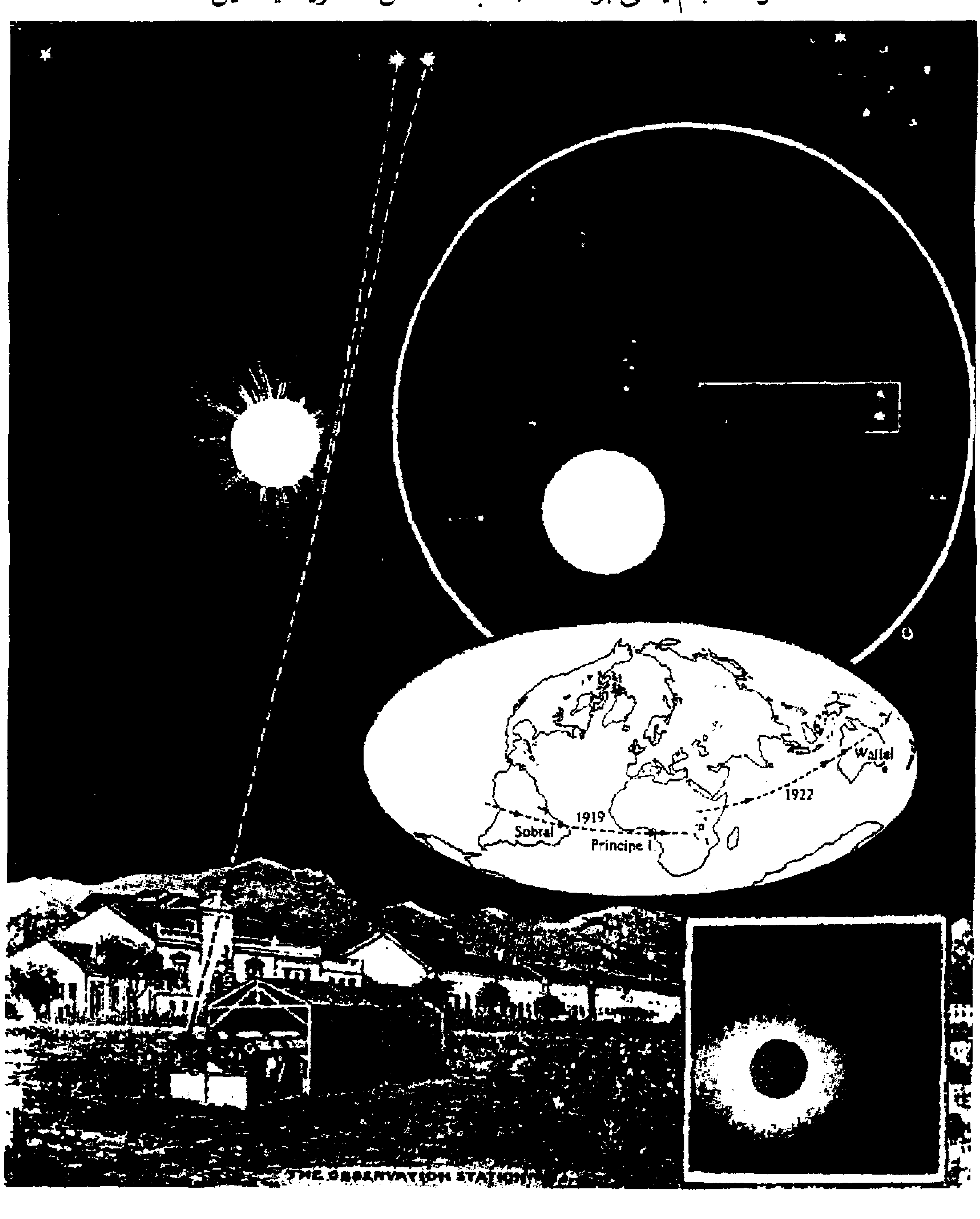
بمساعدة هذه الأشكال من الممكن تصور الاختلاف التام والواضح بين نيوتن وأينشتين، فقد قام أينشتين بإبدال قوة الجذب بالفضاء المنحنى.

وعندما تم نشر هذه النظرية قوبلت بكثير من الشكوك التى تحتاج لأدلة أكثر.

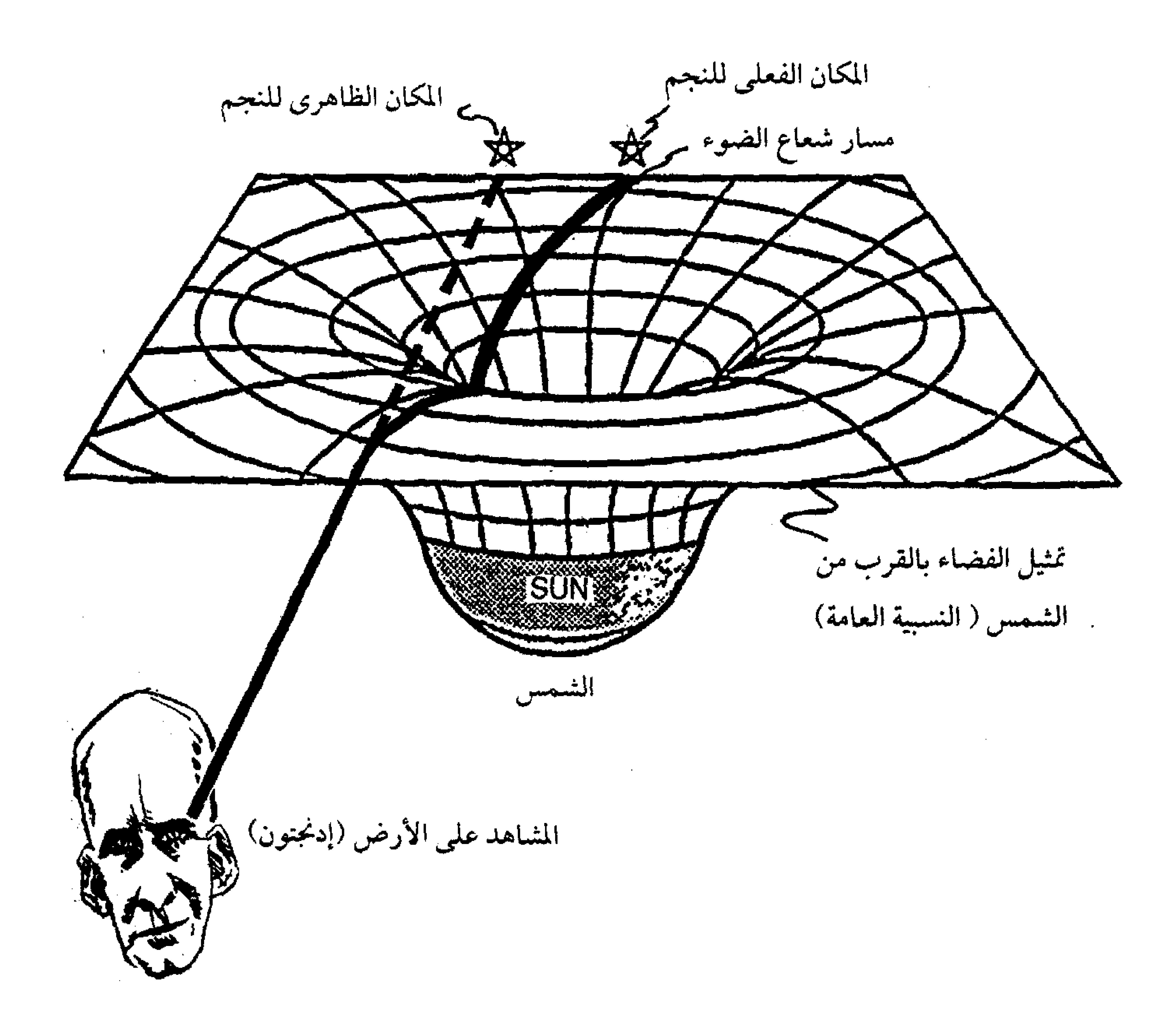
انثناء ضوء النجم : كسوف ٢٩ مايو ١٩١٩

بعد أربعة أعوام كان الوسط العلمى يترقب البرهان التجريبى الذى اقترحه أينشتين فى بحثه الأساسى، ألا وهو انثناء ضوء النجم أثناء كسوف الشمس. وقد تنبأت النظرية بأن ضوء النجم الذى يمر بجوار حافة الشمس يعانى من إثناء عن مساره الأصلى بمقدار ١,٧ ثوانى بالتقدير الدائرى. وكان هذا هو أول اختبار حقيقى للنظرية.

ضوء النجم ينثنى بواسطة جذب الشمس : نظرية أينشتين



كـانت الشروط المثلـى لمثل هذه التجـربة مـتحـقـقة فى الكسـوف الكلى للشـمس يوم ٢٩مايو ١٩١٩ . وقد قاد عالم الفلك الإنجليـزى آرثر ستانلى إدنجتون (١٨٨٢ ـ ١٩٤٤) بعثة إلى جزيرة «برينسيب» بالقرب من سواحل أفريقيا لتصوير هذا الكسوف.
وقد وجد إدنجتون أن أشعـة الضوء التى خرجت من النجم قبل آلاف السنوات وعانت من انثناء بواسطة الفضاء المنحنى قرب الشمس قبل ثمان دقائق من مرورها عبر عدساته قد وصلت إلى الألواح الفوتوغـرافية تماماً مـثلما قال أينشـتين. الآن اكتلمت واحدة من أكـثر التجارب ملاحظة فى تاريخ العلم.



وقد جعل تمثيل الرقيقة المطاطية ثنائية الأبعاد لإزاحة النجم هذا التفسير أكثر بساطة.

تم عرض نتاج بعثة الكسوف بواسطة عالم الفلك فى الجمعية الملكية فى ٦ نوفمبر ١٩١٩ وأصبح أينشتين فجأة بطلاً دولياً. وقد اقترحت مانشتات جريدة نيويورك تايمز أن هناك كوناً جديداً قد تم اكتشافه ... وفى هذه المرة لم يكن تعليق الأخبار مبالغاً فيه.

وقد لازم الإرهاق من الحرب هذا العالم الشاذ الذى جلس فى برن مع قلمه ولفافة ورق يتأمل التخطيط العظيم الذى وضعه الله لهذا الكون بأكمله.



وقد وصف الكثير من النقاد هذه النتائج بأنها غير حاسمة وخاصة أن احتمالية الخطأ فى قياسات النجم كانت كبيرة جداً ... لذلك فقد استمرت الشكوك.

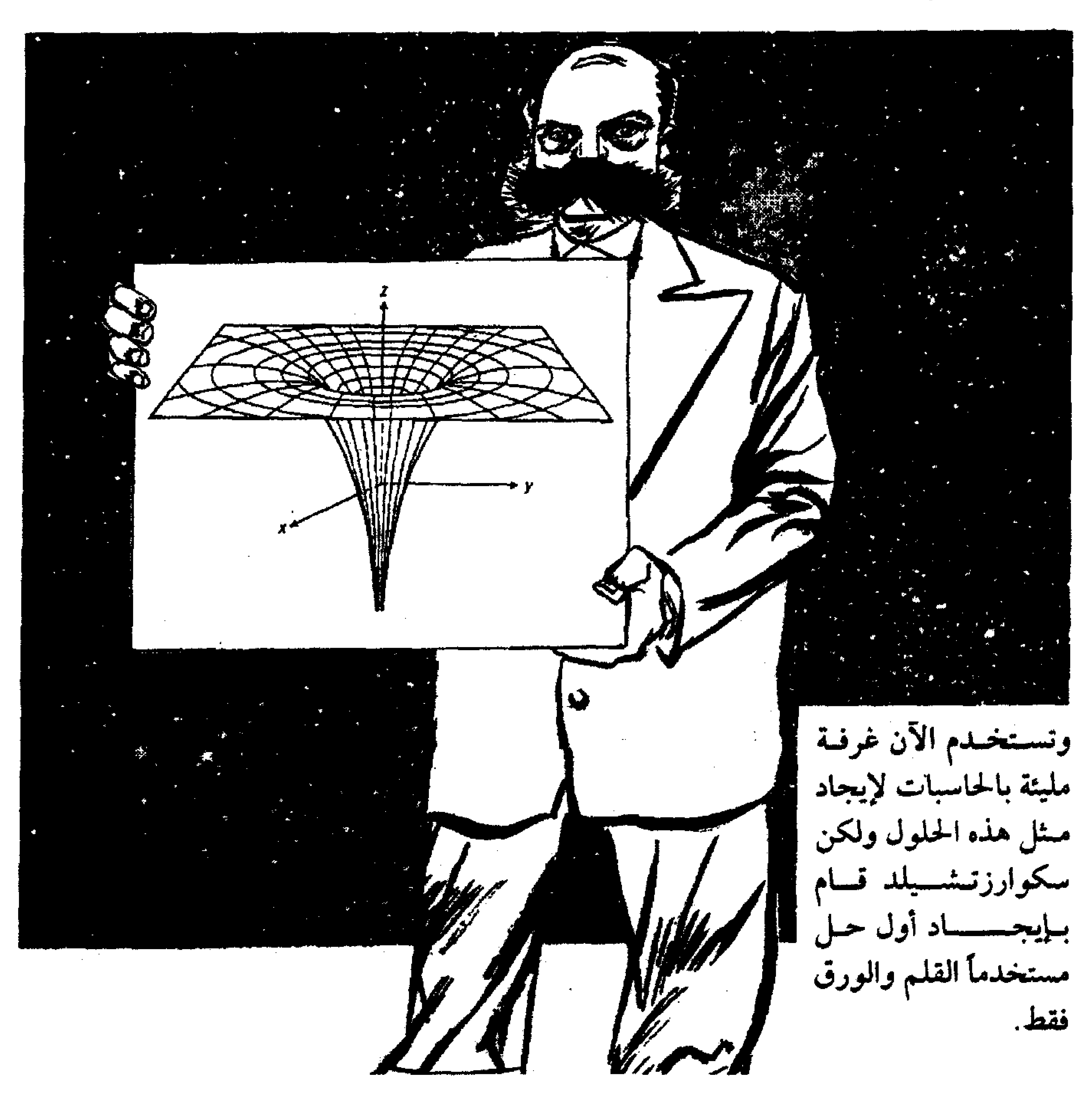
حل معادلات أينشتين : نقطة البداية لأبحاث هوكنج

لقد ظهرت العديد من الحلول لمعادلات المجال التى وضعها أينشتين فى الفترة ما بين نشر النظرية وحتى انتهاء الحرب العالمية الثانية. وهذه الحلول كانت هى أساسيات أبحاث هوكنج.



(أ) هندسة سكوارز تشيلد

فى عام ١٩١٥ أرسل عالم الرياضيات كارل سكوارزتشيلد بحثاً إلى أينشتين والذى قام فيه باستخدام طرق التحليل الرياضى لإيجاد حل تام لمعادلات أينشتين لأى جسم كروى مثل النجم. ولقد مثل هذا الحل كيداً لأينشتين وذلك لأنه استطاع فقط إيجاد حل تقريبى لمعادلاته واعتقد أن مثل هذا الحل التام لايمكن وجوده أبداً. وقد كان حل سكوارز تشيلد إنجازاً كبيراً وذلك بسبب المعالجة الفنية البارعة التى استخدمها فى حل عشر معادلات تحتوى على عشرين كمية وينتج عنها المئات من الحدود. ولم تكن هذه المعادلات معادلات جبرية بسيطة ولكنها أخذت صوراً متعددة مثل معادلات الدرجة الثانية والمعادلات الغير خطية ومعادلات تفاضلية جزئية وهى كلها عبارة عن هلاك بالنسبة لكل طلاب الفيزياء.



نصف القطر الحرج

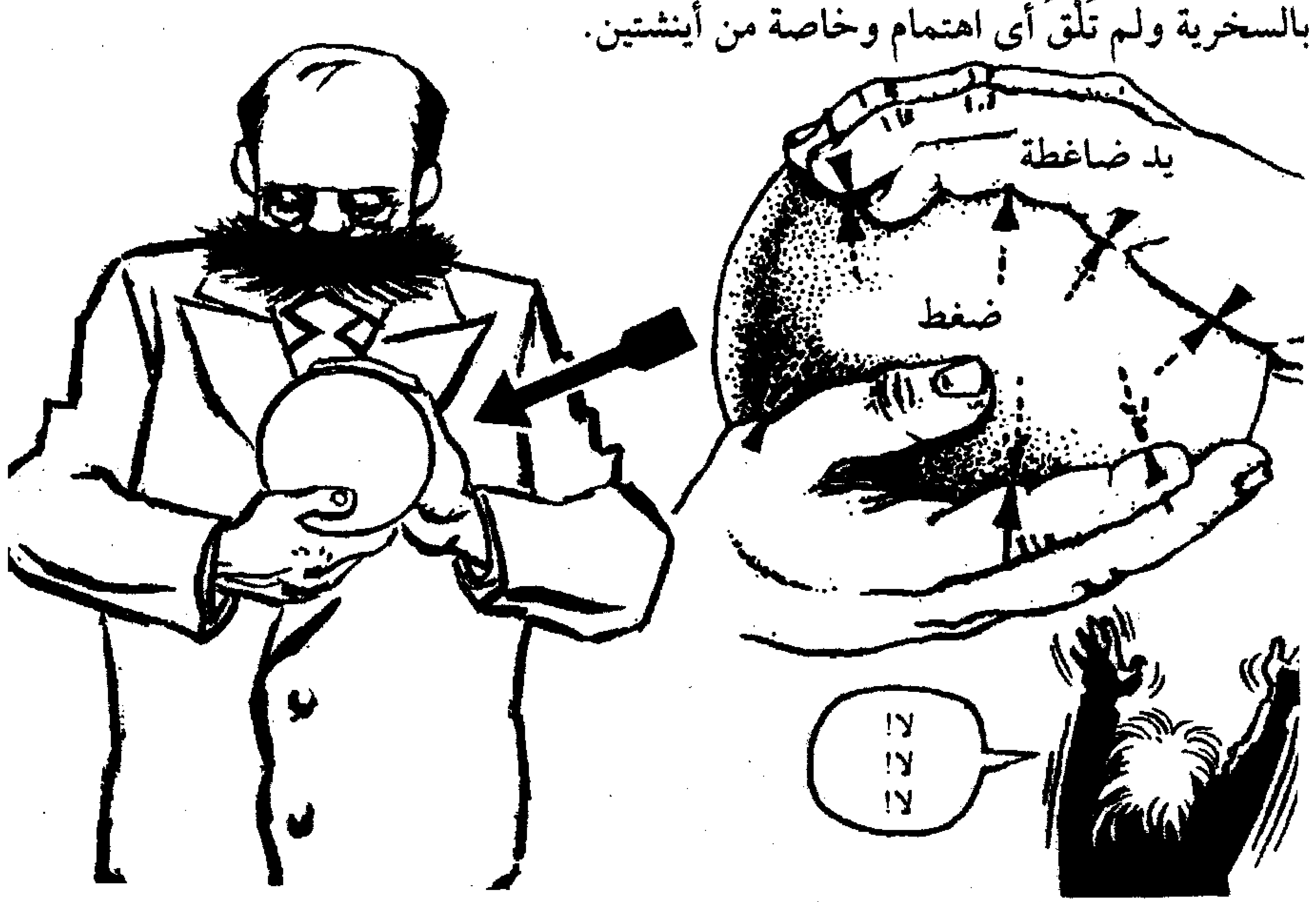
أوضحت رياضيات سكوارزتشيلد كيفية تغير انحناء الفضاء حول أى جسم له أى كتلة كدالة فى المسافة من مركزه (أى على إمتداد نصف قطره). وقد أدت نتائجه إلى ظهور نوع غريب جداً من الهندسة. وكان يبدو أن هناك نقطة حرجة يكون الانحناء قوياً جداً لدرجة أن المادة لا تستطيع أن تهرب منه. وتعرف هذه النقطة الآن باسم نصف قطر سكوارزتشيلد وتعتمد فقط على كتلة الجسم وتعطى على الصورة :

$$نق = \frac{٢ \, ج \, ك}{س^{٢}}$$ (نصف قطر سكوارزتشيلد)

(حيث ج هو ثابت الجذب العام، س هى سرعة الضوء)

ولم تَلْقَ هذه النقطة الحرجة اهتماماً فى ذلك الوقت حيث إنه لا توجد أى طريقة لتصور ما بداخل النجوم. ولكن كانت هناك توقعات لما يمكن حدوثه إذا وجد كوكباً أو نجماً يحقق هذه المعادلة. عند هذه اللحظة ستكون قوى الجذب كبيرة جداً لدرجة أنها ستؤدى إلى انهيار هذا الجسم بدون توقف، ولن يكون هناك شيء قادراً على مقاومة هذا الجذب الذاتى الناتج عن الانحناء القوى فى الفضاء. وهذا يعنى أن كل المادة ستنضغط فى نقطة انفرادية ـ أى نقطة واحدة منفردة عند المركز.

عند هذه النقطة سيكون حجم كوكب مثل الأرض مساوية لحجم حبة البازلاء أو حجم نجم من الشمس سيكون عبارة عن كرة قطرها ٣ كم فقط. وقد قوبلت هذه الحسابات بالسخرية ولم تَلْقَ أى اهتمام وخاصة من أينشتين.



(٢) فريدمان : الكون المتمدد

وبعد مرور العديد من السنوات بعد سكوارزتشيلد ظهر حل آخر مثير للجدل لمعادلات أينشتين. ففى عام ١٩٢٢ وضع الروسى ألكسندر فريدمان فرضاً تبسيطياً بأن الكون مملوء بانتظام بطبقة رقيقة من المادة. (وقد وضحت القياسات الحديثة صحة هذا الفرض بغض النظر عن تكون النجوم والمجرات).

وقد أوضحت حسابات فريدمان أن النسبية العامة تتنبأ بعدم اتزان الكون، أى أن أى مقدار صغير من التشويش يجعل الكون يتمدد أو ينكمش.

وقد قام بتصحيح خطأ فى بحث أينشتين لعام ١٩١٧ فى علم الكونيات ليصل إلى هذه النتيجة. (وبالطبع لم يعجب أينشتين بهذا التنبؤ).

وبالعودة إلى الحد الصناعى الذى وضعه أينشتين فى معادلاته وهو الثابت الكونى لامدا نجد أنه وضعه «ليوقف تمدد الكون». وقد أخبره علماء الفلك فى ذلك الوقت أن الكون مستقر لذلك فقد وضع هذا الثابت ليجعل النظرية متلائمة مع الواقع. بعد ذلك وصف أينشتين هذا الثابت الكونى بأنه أكبر خطأ فى حياته.

وقد أسقط فريدمان هذا الثابت من المعادلات ليحصل على الكون المتمدد والذى لم يعجب أينشتين بالطبع. وكان هذا حلاً آخر لمعادلاته الذى قابله بسخرية.



ويمكن تلخيص تنبؤات فريدمان عن تمدد الكون إذا أخذنا فى اعتبارنا ثلاث قيم مختلفة لكتلة الكون بدلالة نسبة Ω (أوميجا).

- كثافة مادة الكون أكبر من قيمة حرجة :

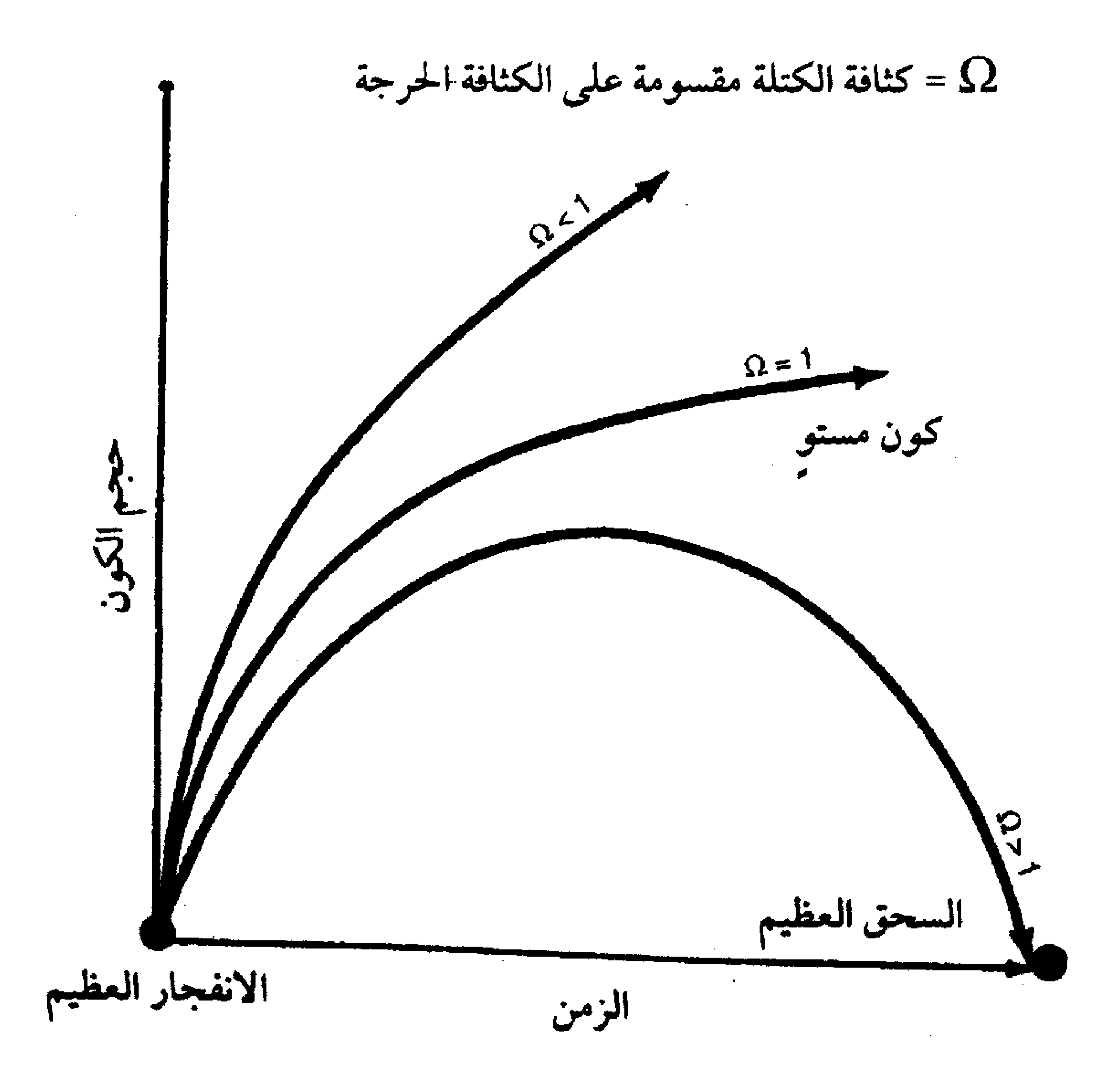
فى هذه الحالة يكون معدل التمدد بطيئاً بدرجة كافية وكذلك تكون الكتلة كبيرة بدرجة كافية لإيقاف التمدد وعكسه. وعند ذلك سيحدث سحق عظيم للكون حيث ستنجذب كل المادة فى الكون إلى نقطة واحدة ۰ $\Omega > 1$.

- كثافة مادة الكون أقل من قيمة حرجة :

عند ذلك سيكون معدل التمدد أكبر بكثير ولن تستطيع الجاذبية إيقافه ولكنها تقوم بتقليل معدله إلى حد ما. $\Omega < 1$.

- كثافة مادة الكون مساويه لقيمة حرجة :

فى هذه الحالة يتمدد الكون بمعدل سريع درجة كافية لعدم انهياره. حيث تتناقص السرعة التى تبتعد بها المجرات عن بعضها تدريجياً ولكن دون توقف هذا الابتعاد ۰ $\Omega = 1$.



مؤسس الانفجار العظيم : هدف "لامتر" الأساسى

كان عالم الكونيات البلجيكى آبى جورج لامتر (١٨٩٤ - ١٩٦٦) هو أول من استخدم الحلول التى وجدها فريدمان لوضع صيغة لنموذج بداية الكون والذى أسماه الذرة الأساسية أو البيضة الكونية.



وقد كان لامتير خيالياً حيث إنه سبق غيره فى نقطتين ، الأولى هى أنه وضع كيفية التأكد من تمدد الكون عن طريق ملاحظة انحرافات الخطوط الحمراء فى طيف المجرات. أما الثانية فهى اقتراحه بأنه من الممكن اكتشاف الإشعاع المتبقى من الذرة الأساسية. وقد أدت هاتان الفكرتان إلى شيوع فكرة الانفجار العظيم فى آخر عقدين من القرن العشرين.

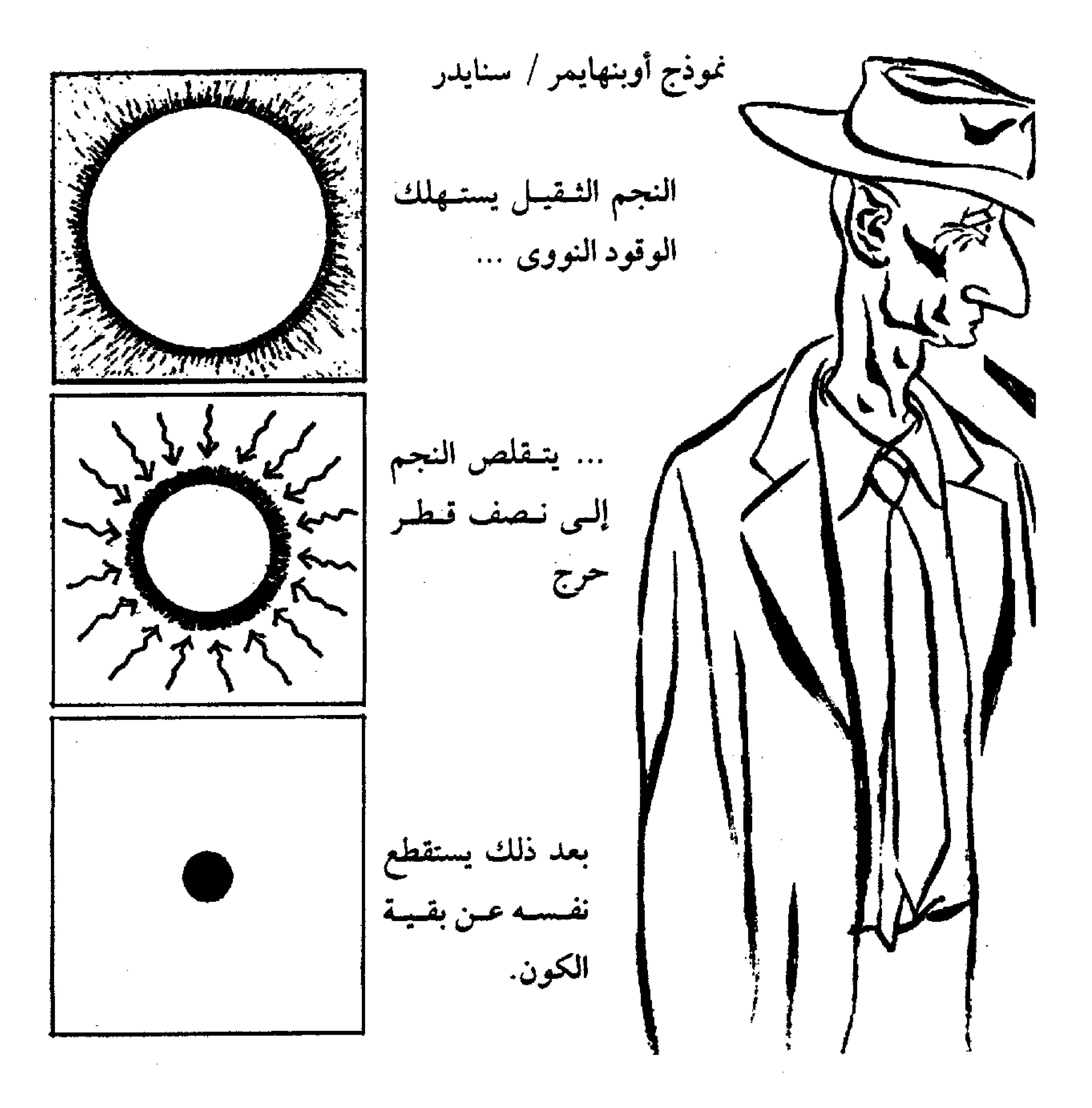
وبحلول عام ١٩٢٩ قام عالم الفلك إدوين هابل (١٨٨٩ - ١٩٥٣) باستخدام تلسكوب هوكر فى مرصد قمة ويلسون فى كاليفورنيا لاكتشاف المجرات، وتأكيد حقيقة أن الكون يتمدد. ولم يكن يعرف شيئاً عن نسبية أينشتين أو علم الكونيات الذى وضعه لامتر.

وفى النهاية قام لامتـر باحتجاز أينشتين وهابل لإلقاء مـحاضرة عن النموذج الذى وضعه للكون.



(٣) أوبنهايمر : فى الانهيار المستمر للجاذبية

تم نشر الحل الثالث لمعادلات أينشتين (وهو هام بالنسبة لعلوم الكون الحديثة وستيفن هوكنج على وجه الخصوص) بواسطة عالم الفيزياء الأمريكى روبرت أوبنهايمر (١٩٠٤-١٩٦٧) وأحد تلاميذه هارتلاند سنايدر فى عام ١٩٣٩ . وقد قاموا بدراسة هندسة سكوارزتشيلد بغض النظر عن نقد أينشتين وإدنجتون والعلماء الآخرين. وكان البحث المنشور فى مجلة Physical Review معنوناً «فى الانهيار المستمر للجاذبية».



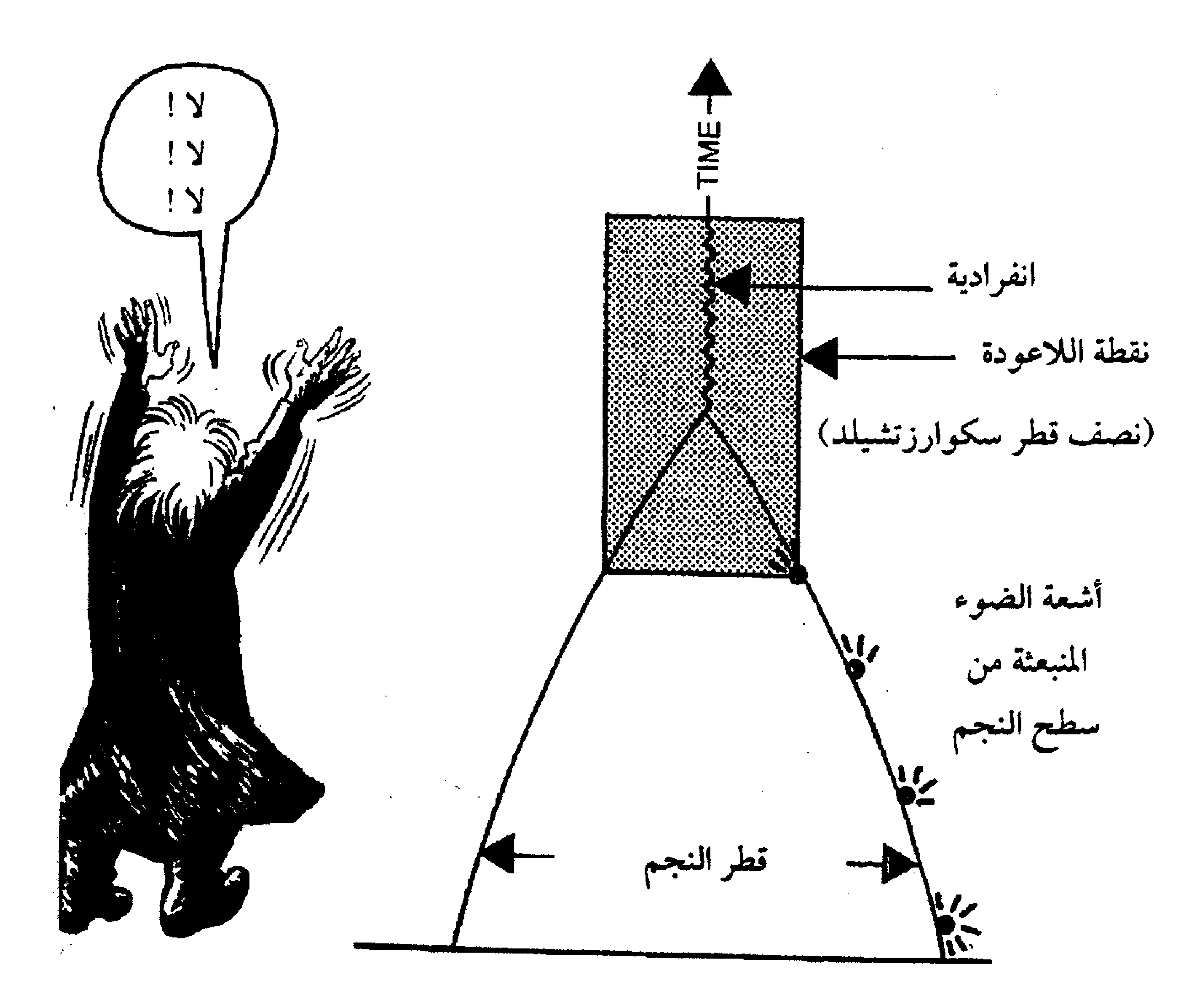
ربما تحترق النجوم وتبدأ فى الانهيار بفعل الانكماش الناتج عن الجاذبية. وفى نموذج النجم الكروى المنكمش من الممكن أن تحدث ظاهره الانضغاط والتى يمكنها أن تجلب النجم إلى نصف القطر الحرج. وفى هذه الحالة من الممكن أن يحدث انهيار مفاجئ للنجم المنكمش.

ـ من الممكن أن يكون انحناء الـفضـاء قوياً جـداً لدرجة أن الضـوء المنبـعث من النجم ينثنى إلى داخل النجم حاجباً بذلك كل الأحداث عن المشاهد الخارجى.

ـ أشعة الضوء عند سطح النجم من الممكن أن تتم إزاحتها بطريقة لا نهائية باتجاه اللون الأحمر، وهذا يعنى أن الضوء لا يحمل أى طاقة.

ـ من الممكن أن تحدث ظاهرة «الحدوث فى اتجاه واحـد» أى أن الأجسام والإشعاع ... إلخ من الممكن أن تدخل النجم ولكنها لا تستطيع الخروج منه.

ـ ومن الممكن أن تتكون نـقطة انفرادية فـى النهاية عنـد مركـز النجم. وفى هذه الحـالة تكون كل ظواهر الفيزياء متحققة بالنسبة لمشاهد يسقط فى اتجاه سطح النجم.



ومرة أخرى رفض أينـشتين الفكرة، وقد سخـر من نتائج أوبنهايمـر بشدة. وقد رفض حـتى فكرة أن النسبـية يمكـن أن تقوم بوصف النجـوم المنهارة والـتى لم تصل إلى النقطة الحرجة (وهى تسـمى بـ نجوم النيترون) وذلك بغض النظر عن التنبؤات التى وجـدها فريتز زويكى (١٨٩٨-١٩٧٤) فى «كالتتش» ولين لانداو (١٩٠٨-١٩٦٨) فى موسكو.

١ سبتمبر ١٩٣٩

- تاريخ نشر عدد مجلة Physical Review الذى يحتوى على مقالة لأوبنهايمر (وسنايدر) لوصف انهيار النجم الجذبى.



كان اكتشاف الانشطار النووى بواسطة الألمانيين أوتوهان (١٨٧٩-١٩٦٨) وفريتز ستراسمان (المولود ١٩٠٢) يمثل نذيراً للفيزيائيين والسياسيين بأن الألمان على وشك إنتاج قنبلة ذرية ليستخدموها فى عملية تحويل العالم إلى امبراطورية نازية عن طريق الحكم الألمانى باستخدام تهديد التدمير النووى.

وهكذا من السهل أن نتوقع سبب توقف علم الكونيات. والتأمل فى ألغاز الكون الفيزيائية فى مثل هذه الظروف الصعبة للأزمات السياسية كان بمثابة ترف لم يقدمه العالم الحر.

هذا بالإضافة إلى أن مؤسس النسبية العامة رفض كل التنبؤات الجذرية لعلم الكونيات المبنية على معادلاته والتى قدمها سكوارزتشيلد وفريدمان وأوبنهايمر . وقد انقضت بعد ذلك عشرون عاماً حتى إعادة استئناف هذا العمل وتم إدراك منافع هذه الحلول.

١٩٤٢ ... نقطة تحول فى هذه القصة

فى عام ١٩٤٢ بدأ علماء الفيزياء التركيز على مشروعات عملية إلى حد بعيد. وقد رحل أوبنهايمر عن المناخ العلمى فى بيركلى إلى المناطق الفاصلة فى لوس ألاموس ومشروع مانهاتن. وقد توصل الإيطالى إنريكو فيرمى هو وفريقه البحثى إلى أول تفاعل نووى متسلسل تحت التحكم فى ديسمبر عام ١٩٤٢. وفى بداية نفس العام فى ٨ يناير ولد ستيفن وليام هوكنج فى أوكسفورد . وكانت والدته قد ارتحلت لتوها من لندن لتجنب الغارات الليلية الألمانية.



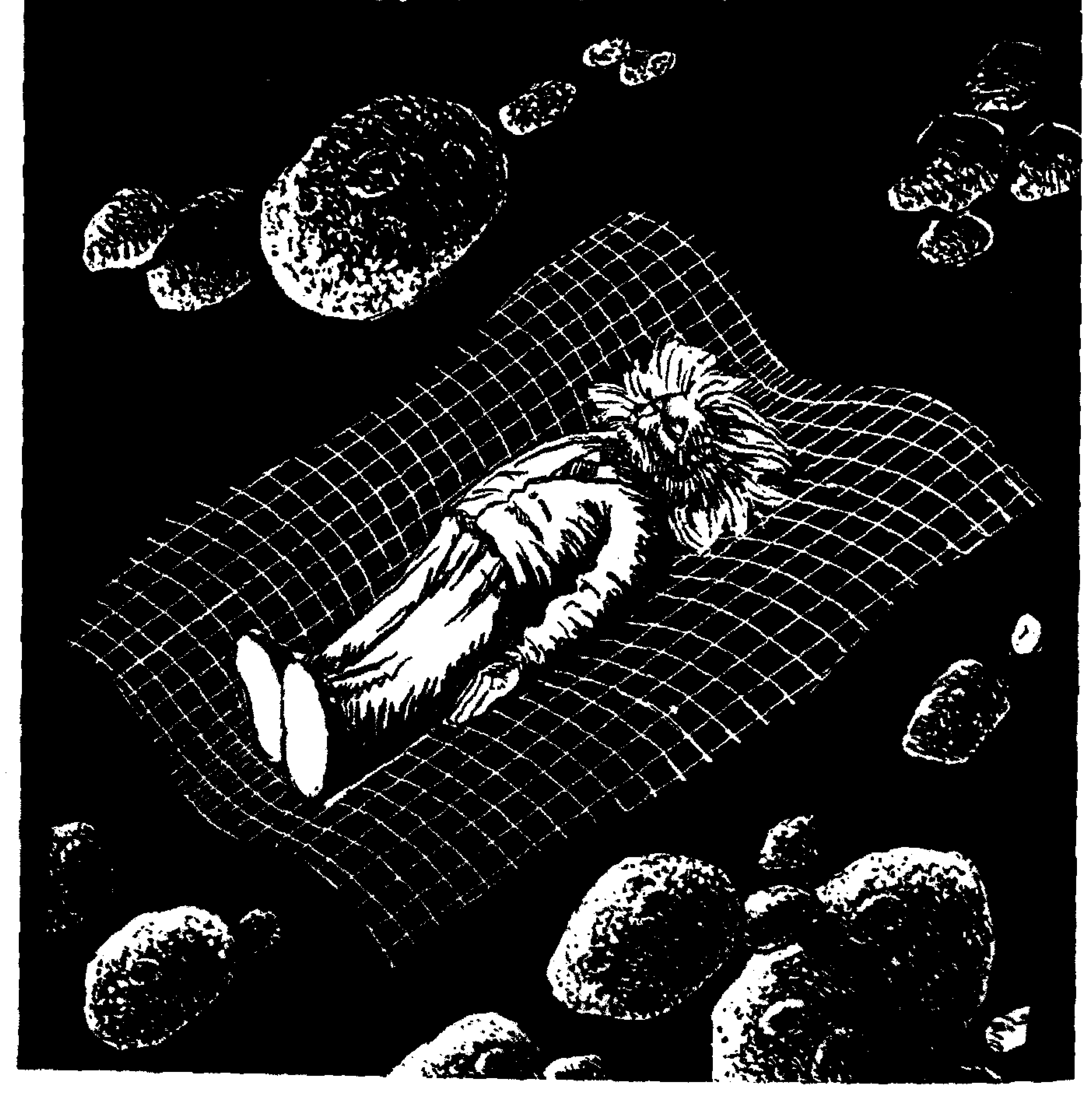
وقد تم التوقف عن البحث فى النجوم المنهارة لمدة عشرين عاماً، وكانت تلك الفترة كافية ليكبر فيها هوكنج إلى سن النضج ويكمل دراسته فى أوكسفورد ويقوم بالتسجيل فى الدراسات العليا فى جامعة كيمبردج.

وفاة أينشتين

توفي البرت إينشتين في ١٨ ابريل ١٩٥٥ في برينستون (مدينة صغيرة في ولاية نيوجيرسي في الولايات المتحدة الأمريكية). وقد أوصى أن يحرق جسده لكي لا يؤلهه أحد. وبغض النظر عن وصيته قام بعض الأطباء عديمي الأخلاق بإجراء تشريح غير ضروري لجثته واستأصلوا عينيه ومخه في جريمة غادرة للتعدي على حرمة جسده.

وقد ترك إينشتين أوربا وارتحل إلى أمريكا مخلفاً وراءه كل أعماله الإبداعية. وفي خلال آخر ٢٢ عاماً من حياته لم يقم بالبحث في أي من الأسئلة الكونية التي نتجت عن نسبيته العامة. وقد عكفت لعدة سنوات على محاولة توحيد معادلات المجال التي وضعها مع معادلات ماكسويل متجاهلاً ميكانيكا الكم.

وقد وجدت حسابات نظرية المجال الموحد بجانب سريره.

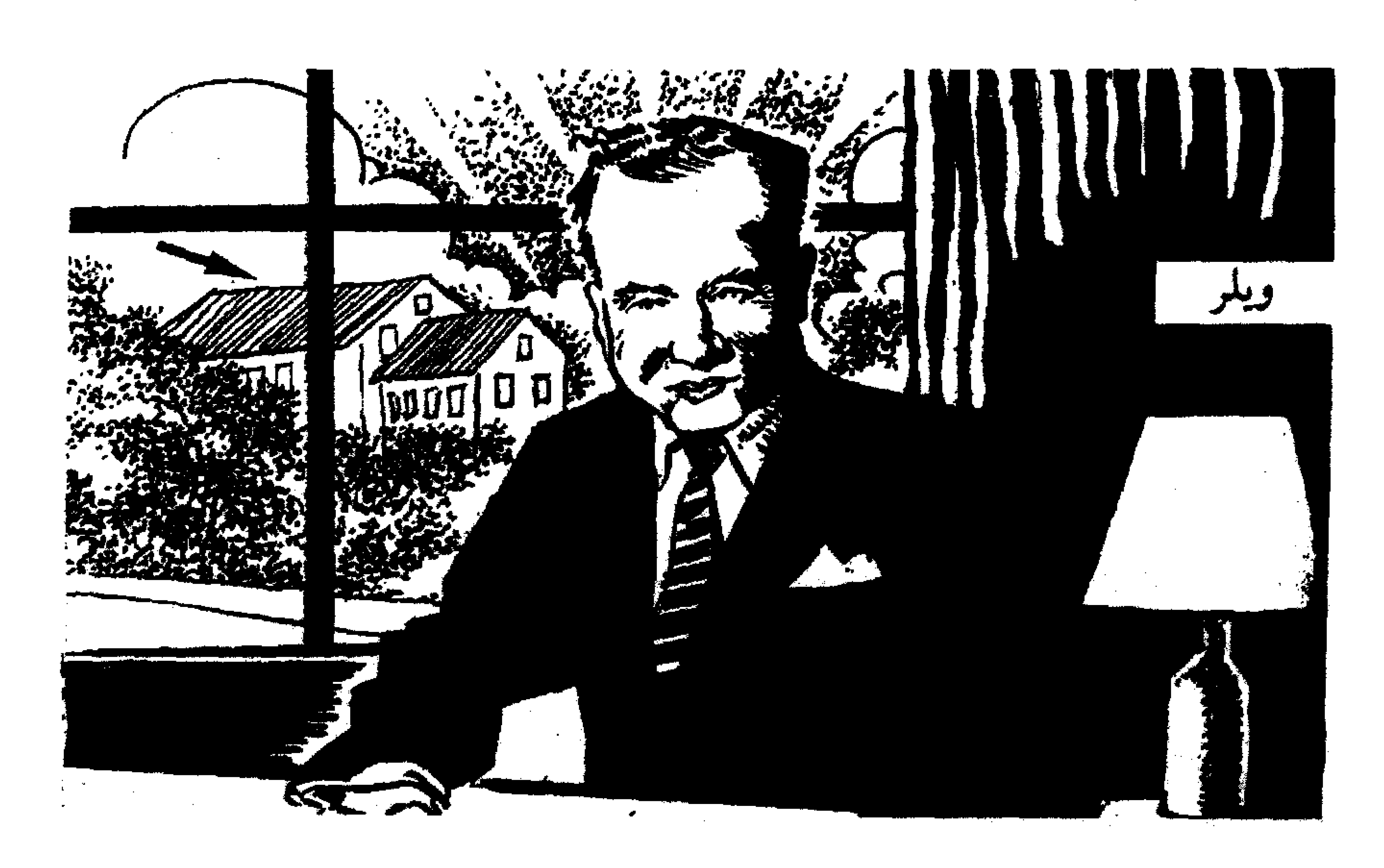




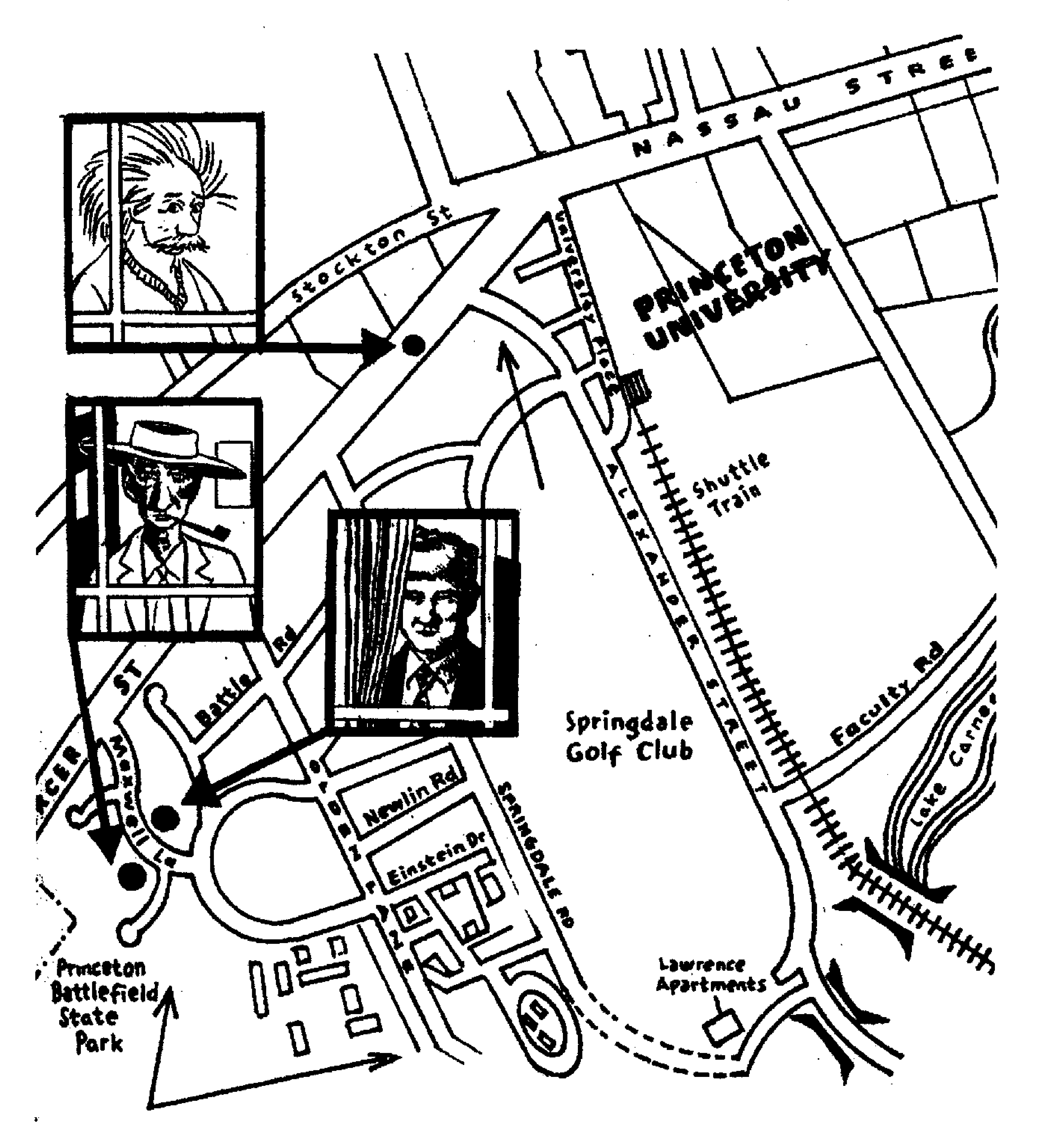
وقد أصاب موت هذا العالم الجليل بالذهول عالمى فيزياء آخرين كانا يعيشان فى برينستون

الأول : هو أوبنهيمر الذى كان يشغل منصب مدير معهد الدراسات المتقدمة (حيث كان أينشتين يشغل منصباً شرفياً).

والثانى: هو جون ويلر أستاذ الفيزياء فى جامعة برينستون. وكان ويلر قد أنهى لتوه سنوات حرجة فى دراسة القنبلة الهيدروجينية ثم عاد إلى البحث الأساسى فى علم الكونيات باهتمام شديد فى النجوم المنهارة.

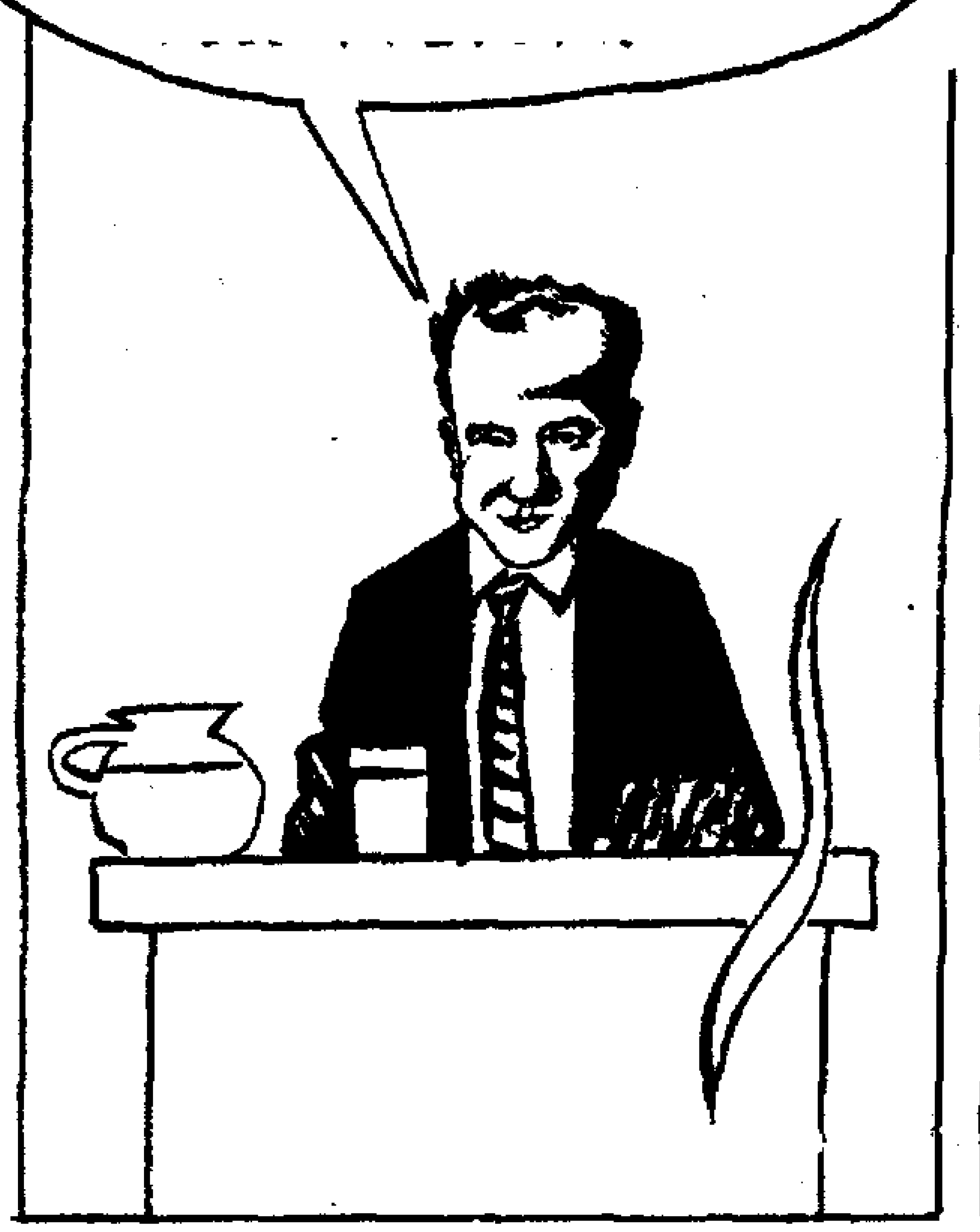


وكيف يمكن أن يصدق أحد أن هذين الاثنين يعيشان على جانبى نفس الشارع فى هذا الحى الأكاديمى الصغير، وقد كان لهم وجهات نظر مختلفة عن الكون، وكذلك عن الحياة السياسية الأمريكية والتى وضعتهما فى قضيتين مختلفتين ومتناقضتين مثل الأمن القومى والأسلحة النووية. وفى الحال تحدى كل منهما الآخر مرة ثانية فى أسئلة النسبية العامة والنجوم المنهارة نتيجة الجاذبية.



وفى عام ١٩٥٨ بعد ثلاثة أعوام من وفاة أينشتين ارتحل كل منهما من برينستون لحضور مؤتمر دولى فى برسيلى فى علم الكونيات الحديث. وقد دعى ويلر ليلقى محاضرة لمراجعة الحالة الحالية للبحث.


لم لا ؟ إذا كانت النجوم الأثقل بكثير من الشمس واردة الحدوث خلال التطور الشمسي، فأنا أعتقد أن انهيارها يمكن وضعه فى إطار النسبية.


من ضمن كل متضمنات النسبية العامة يعتبر السؤال عن نهاية النجوم العظيمة الأكثر تحدياً. ولكن الانفجارات الداخلية التى قام بحسابها أوبنهايمر لم تعط إجابة مقبولة.


ألم يكن افتراض أن مثل هذه الكتل تقوم بانكماش جذبى متواصل حتى تستقطع نفسها من باقى الكون افتراضاً بسيطاً ؟


نجم
حقيقى
النجم المثالى الذى افترضه
أوبنهايمر وسنايدر
لقد كان نموذجك يا أوبنهايمر مفرطاً فى المثالية، فإن النجوم الفعلية إذا انكمشت تقوم بإنتاج تفاعلات نووية وإشعاع حرارى وقذف كتلى ... وكل أنواع الظواهر التى لا يمكن التنبؤ بها !


إذا كان بإمكانى الاحتفاظ بالحاسبات التى قامت بمحاكاة القنبلة الهيدروجينية لقمت بتعديل برامجها لمحاكاة الانفجارات الداخلية لمثل هذه النجوم الثقيلة
همممم... لا يزالون يمتلكون خبرة تصميم القنابل فى لوس آلاموس وليفر مور.
ربما يمكنهم المساعدة فى الحسابات.

بعد مـرور سنوات قلائل قام إدوارد تيلر بإجراء مكـالمة تليفونية مع ويلر من مـعامل إشعاع ليفرمور فى كاليفورنيا.



وبعد مرور خـمسة أعوام قام ويلر بإلقـاء محاضرة فى مقـابلة خاصة فى دالاس والتى وضحت اكتشـاف (أشباه النجوم). أوضحت محـاكاة الحاسب أن انهيار النجـوم المحترقة يشابه تماماً الصورة المثالية التى قام أوبنهايمر وسنايدر بحسابها.

وكما يلاحظ بواسـطة مشاهد خارجى أن الانهيـار يتباطأ حتى يتـوقف تماماً عند نصف قطر حرج. ولكن كما يلاحظ بواسطة مشاهد يتحرك على سطح النجم فإن الانهيار يستمر مروراً بنصف القطر الحرج إلى الداخل دون تردد.

وأثناء ذلك، فى الممر المؤدى إلى
قاعة المحاضرات ...

وقد حزن ويلر عندما عرف أن أوبنهايمر لم يعد مهتماً بانهيار النجوم.

وكان أوبنهايمر متعباً من سنوات الخداع السياسى. يقوم بإدارة مشروع مانهاتن ويتعامل مع مأساة هيروشيما ونجازاكى والاتهامات الموجهة لمدرسته بالغدر. ومثلما تفعل النجوم المحترقة كان أوبنهايمر ينهار داخل عالمه الخاص مستقطعاً نفسه عن بقية الكون.

ولكن بالنسبة لويلر فقد بدأ فصلاً جديداً فى تاريخ الفيزياء. «أياً كان نتاج دراساتنا، يشعر الواحد منا على الأقل أنه بالنسبة للانفجار الداخلى النجمى يوجد موقف تتواجد فيه النسبية العامة وحدها وهناك موقف آخر تتجامع فيه بقوة مع فيزياء الكم».

فى نفس هذا التوقيت، عام ١٩٦٢، كان ستيفن ويليام هوكنج قد وصل إلى جامعة كيمبردج، وقد كان مقدراً له أن يخطو أولى الخطوات فى حلم ويلر بدمج النسبية العامة وميكانيكا الكم. ولكنه فى هذه الأحيان كان قد بدأ يعانى من أعراض المرض الذى جعله جليس كرسى متحرك خلال عشرة أعوام وأفقده القدرة على الكلام نهائياً خلال عشرين عاماً.

عصر هوكنج

يستطيع أى زائر لقسم الرياضيات التطبيقية والفيزياء النظرية (DAMTP) أن يرى صورة أستاذ الرياضيات Lucasian Prof. of Math. ستيفن هوكنج معروضة باستمرار فى الاستقبال الرئيسى للقسم إلى جانب صورتين شخصيتين لاثنين من رواد الفيزياء الرياضية واللذين قد توليا نفس المنصب من قبل وهما السيد إسحق نيوتن وبول ديراك المشهور عالمياً بأعماله فى ميكانيكا الكم النسبية.



وقد انتقل هوكنج من أوكسفورد إلى كيـمبردج ليدرس تحت إشراف عالم الكونيات المشهور عالمياً السيد فريد هويل، ولكن الأمور كانت محبطة بالنسبة له.



وقد أطلق هوكنج اسم خصائص الكون المتمدد على رسالة الدكتوراه الخاصة به، وذكر فى السطر الثانى من مستخلص هذه الرسالة (والذى دل على ما عاصره هوكنج فى بداية أيامه فى كيمبردج)



وفريد هويل هو أشهر الثلاثة الذين وضعوا نظرية الحالة المستقرة للكون بالإضافة إلى هيرمان بوندى وتوماس جولد اللاجئين من أوربا النازية.



وفى بداية السبعينات من القرن العشرين كان هذا النموذج مقبولاً بين علماء الفيزياء والفلك والكونيات أكثر من نموذج الانفجار العظيم. وقد كان هويل متضايقاً من هذا النموذج المعارض. وقد ذكر فى أحد العروض الإذاعية لراديو BBC فى عام ١٩٥٠ أنه أول من أطلق عليه اسم الانفجار العظيم، وبالطبع كان ذلك بسخرية.



واستمر هويل بعد سخريته هذه فترة اثنتى عشر عاماً فى تطوير نظرية للجاذبية فى قسم الرياضيات التطبيقية والفيزياء النظرية بالاشتراك مع أحد طلاب الدراسات العليا اسمه جايانت نارليكار لتدعم نموذج الحالة المستقرة. أما هوكنج الذى كان متعثر الخطوات فى بحثه فقد أعجب بالحسابات التى كان يجريها نارليكار وبدأ فى التقرب إليه وإجراء بعض المناقشات معه للمشاركة فى الأفكار، وبالطبع لم يكن هويل يعلم شيئاً عن ذلك.





وقد أصبح هوكنج ملماً بالصعوبات التى واجهت نارليكار فى المشروع الذى خصصه هويل.

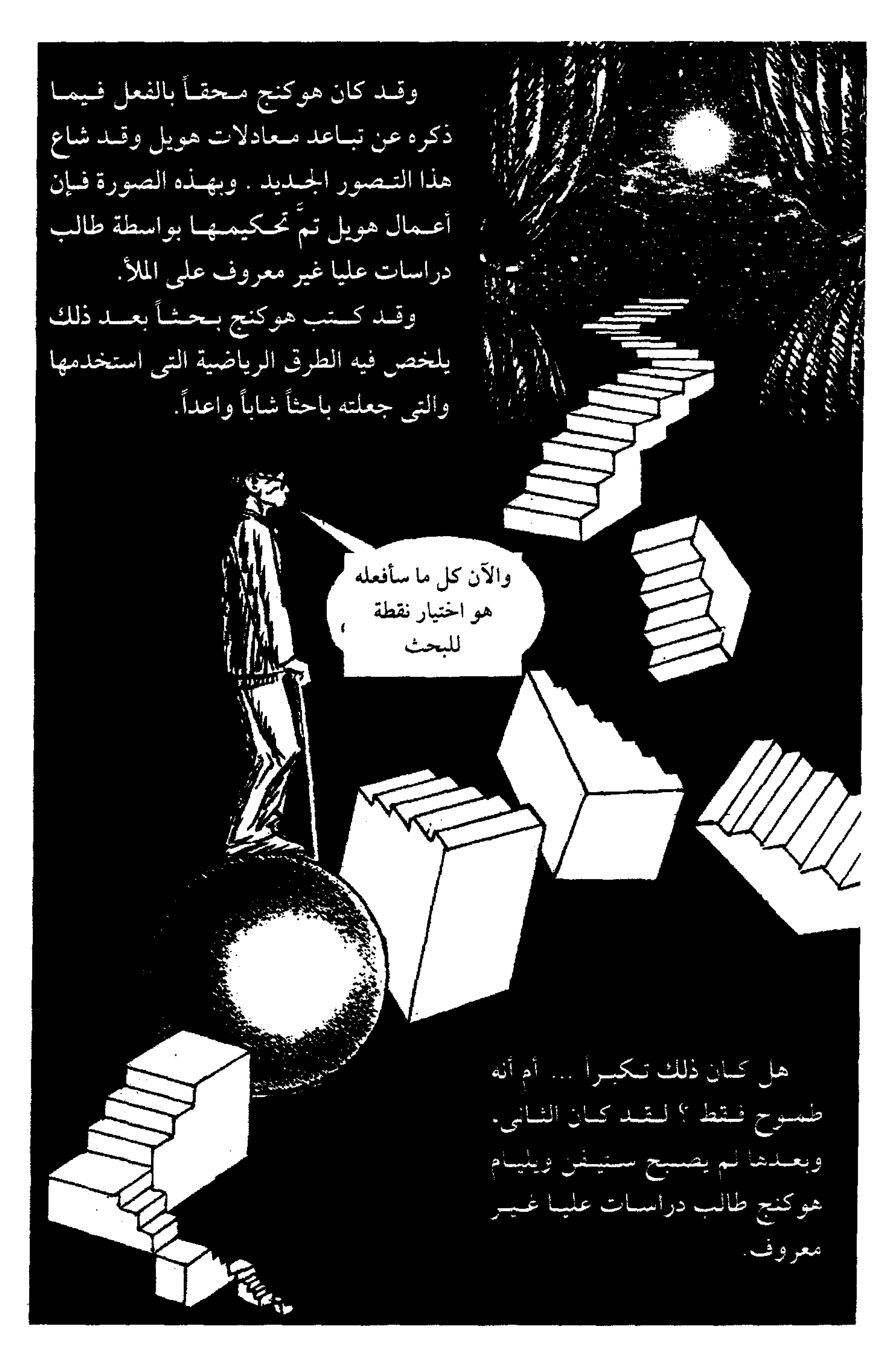
وكثيراً ما كان هويل الذى تميز بالخبرة فى الدعاية لأعماله - يقدم أفكاره قبل نشرها وتحكيمها وذلك لكى يجعل اسمه متصدراً الجرائد، وبالتالى يتمكن من الحصول على المنح البحثية. وقد قام بتنظيم محاضرة للجمعية الملكية لمناقشة أفكاره الأخيرة المبنية على حسابات نارليكار.







ولقد ضجت القاعة بالضحك الممزوج بالسخرية مما أغضب هويل. وكانت هذه مواجهة مأساوية بين واحد من أشهر علماء الكونيات فى العالم وتلميذه الذى رفضه. وقد انفضت هذه الجلسة سريعاً.


وقد كان هوكنج محقاً بالفعل فيما ذكره عن تباعد معادلات هويل وقد شاع هذا التصور الجديد . وبهذه الصورة فإن أعمال هويل تمّ تحكيمها بواسطة طالب دراسات عليا غير معروف على الملأ.
وقد كتب هوكنج بحثاً بعد ذلك يلخص فيه الطرق الرياضية التى استخدمها والتى جعلته باحثاً شاباً واعداً.
والآن كل ما سأفعله هو اختيار نقطة للبحث
هل كان ذلك تكبراً ... أم أنه طموح فقط ؟ لقد كان الثانى. وبعدها لم يصبح ستيفن ويليام هوكنج طالب دراسات عليا غير معروف.

مشرف الرسالة غير الأنانى

وقد اتضح أن دينيس سكياما مشرف غير أنانى ويولى تلاميذه اهتماماً كبيراً ويحثهم على البحث عن طرق لزيادة خبرتهم.



وقد رفض سكياما أن يسرع فى برنامج الدكتوراه لهوكنج بالرغم من الضغوط المقنعة من والده.



وقد طور سكياما طرازاً فريداً فى الإشراف على طلبته، فلم يكن يشاركهم أعمالهم مثلما يفعل الكثير من الأساتذة فى العالم كله. فلم ينشر أبداً أبحاثاً مشتركة، وكذلك لم يكن يختار المواضيع لهؤلاء الطلبة.

إذا رغب أحد فى دراسة الانفجار العظيم كمنشأ للكون مع الخلفية الإشعاعية الكونية فلن يتمكن من فهم علم الكونيات إلا بمساعدة النسبية العامة. لذلك كان من الطبيعى أن أقترح دراسة النسبية العامة عند تأسيس مدرسة بحثية فى كيمبردج فى السبعينات مع مجموعة من الطلاب الموهوبين.



- وبالطبع ستيفن هوكنج الأستاذ فى جامعة كيمبردج.

وكان من أهم نشاطات سكياما هو تخطيط وتنظيم حضـور طلبته المحاضرات الهامة وكان يبدو أنه يعرف ما يدور حوله. وفي منتصف السبـعينات أصبح فريق سكياما مولعاً بأعمال عـالم الرياضيات التطبيـقية الشاب روجر بنروز الذي كـان في كلية بريكبك في لندن.

وبعد دراسته في كامبـريدج والبحث في الولايات المتحدة بدأ بنروز في تطوير أفكاره عن نظرية الانفرادية والتي كانت تتطابق مع أفكار فريق البحث في كامبريدج.



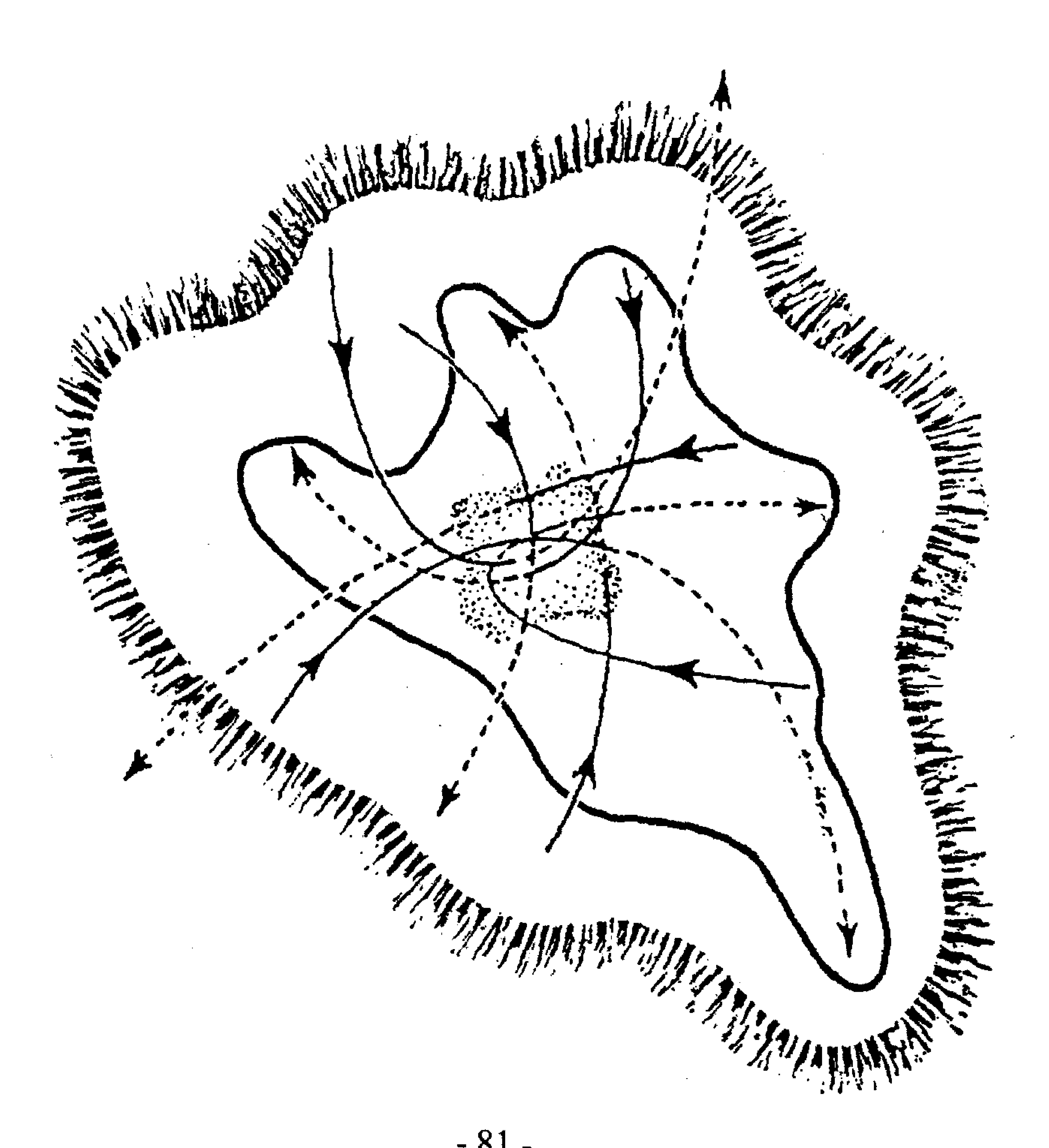
لم تنقض سنوات قلائل على قبول جون ويلر حلول أوبنهايمر ووجود الثقوب السوداء حتى بدأ سكياما فى مشاركة الحماس مع بعض زملائه وطلابه. وقد حصل بنروز (أحد أفضل علماء الرياضيات فى العالم) على بعض الإلهام عن هذه الأجسام الغريبة من سكياما فى مقهى كيمبردج.



وقد كـان بنروز قادراً على توضيح أنه إذا انهـار نجم ما بعد نقطة مـا فإنه لا يمكن أن يتمدد مرة أخرى. وفى إطار النسبيـة العامة ، فلا يستطيع هذا النجم أن يتجنب أن يصبح لا نهائى الكثافة أى أنه سيقوم بتكوين نقطة انفرادية عند مركزه.

والأمر الذى كان يصر عليه الكثيـر بأن مادة هذا النجم سوف تتطاير خلف نفسها ثم تعود فى الـتمدد كـان خاطئـاً. وبدلاً من ذلك فسوف تتـكون نقطة انفرادية فى الفـضاء والزمن والتى تنكسر عندها كل قوانين الفيزياء. وكانت هذه هى أول نظرية للانفرادية.

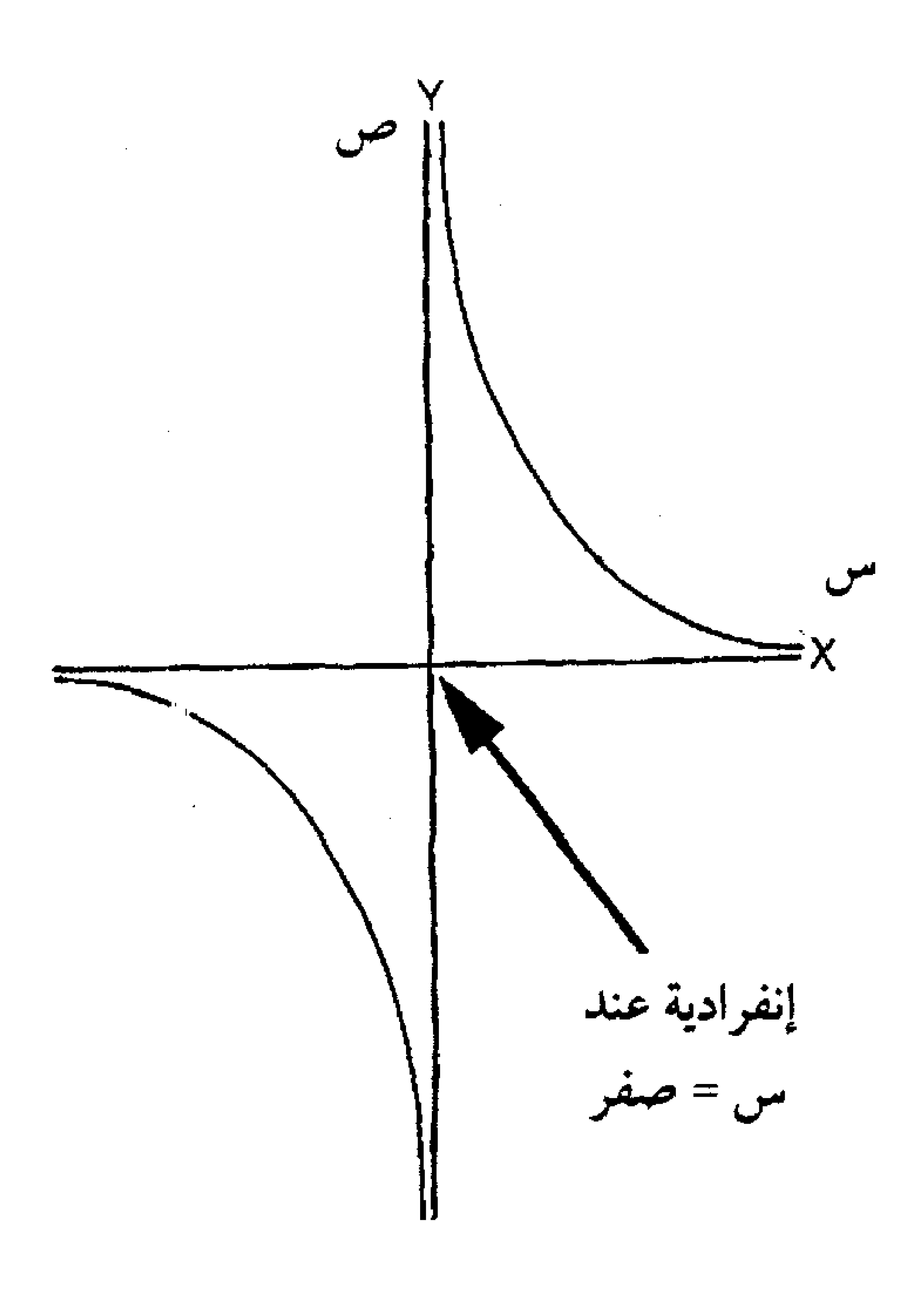
رأى بنروز بأن طيران المادة خلف نفسها داخل النجم المنهار لتعود فى التمدد مرة أخرى ليس صحيحاً.



شيء نحتاج لمعرفته : ما هو التفرد ؟

التفـرد بصفة عـامة هي نقطة لا يمكن تعـريف الدالة الرياضية عـندها، حيث إن الدالة تتباعد إلى مقادير متناهية فى الكبر.

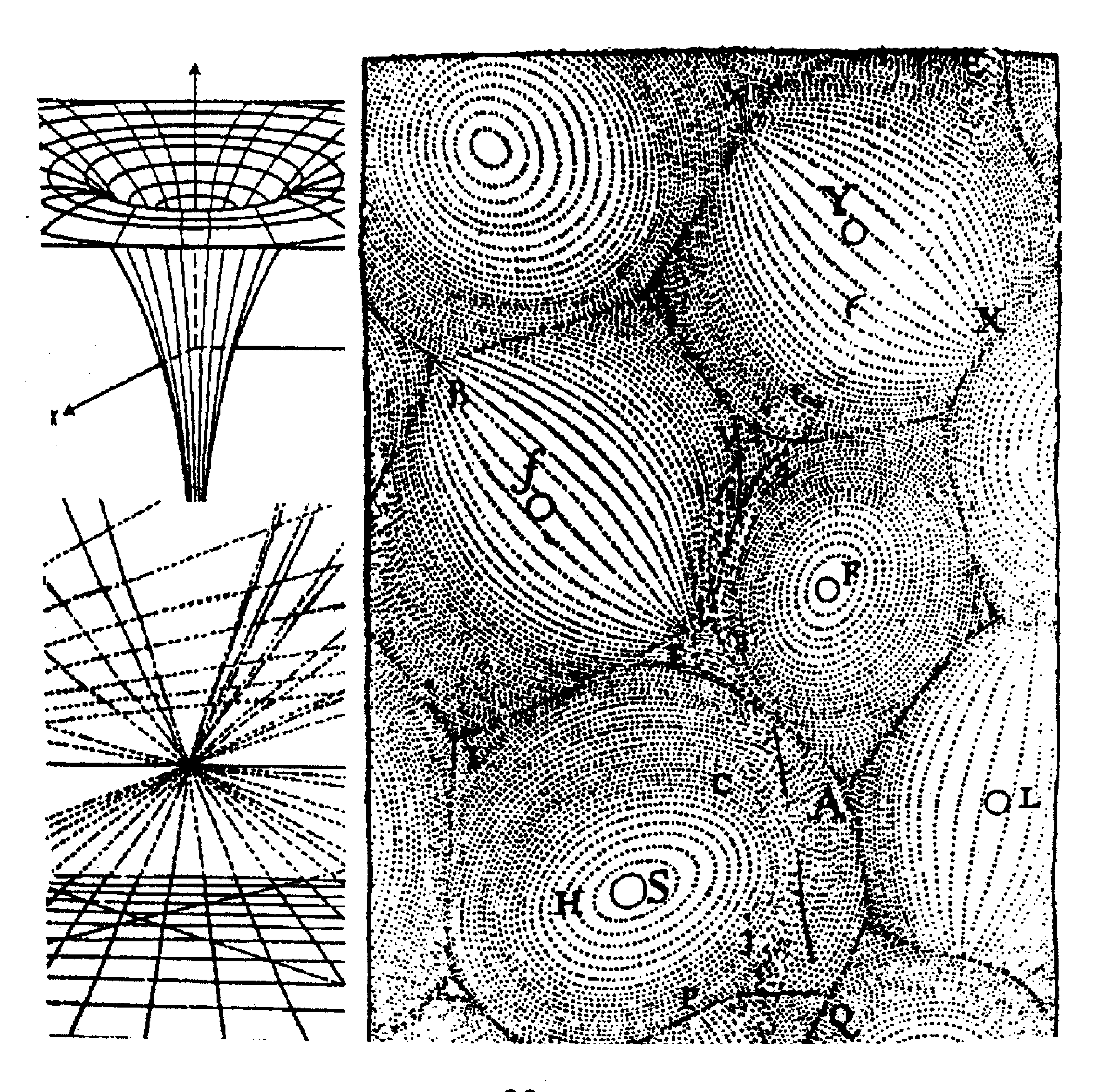
فعلى سبيل المثال الدالة الجبرية البسيطة ص = ١ \س لها نقطة انفرادية عند القيمة س = صفر٠ فإذا جعلنا قيمة س الموجبة صـغيرة جداً نجد أن ص تزداد بصورة كبيرة فى الاتجاه الموجب. أما إذا كـانت قيم س السالبـة تتناهى فى الصغر (مـقتربة من الصفـر) نجد أن ص تأخـذ قيـماً كـبيـرة جداً سـالبة. لذلك فـإنه بالنسـبة لأصـغر تغـير فى قـيم س (ليكن من +١٠٠٠٠٠,٠ إلى - ١٠٠٠٠٠,٠) تتغـير ص بمقـدار كبيـر جداً (من + ١٠٠٠٠٠٠ إلى -١٠٠٠٠٠٠). وواضح جـداً أنه عند س = صفـر لا يمكن مـعرفـة قـيمـة ص . هذه هى الانفرادية الرياضية.

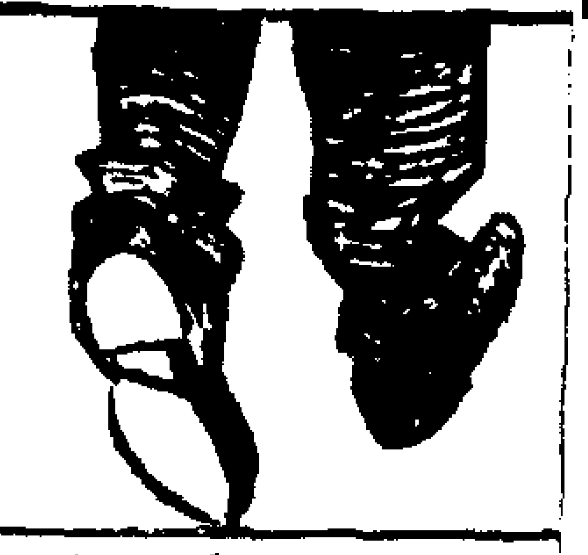


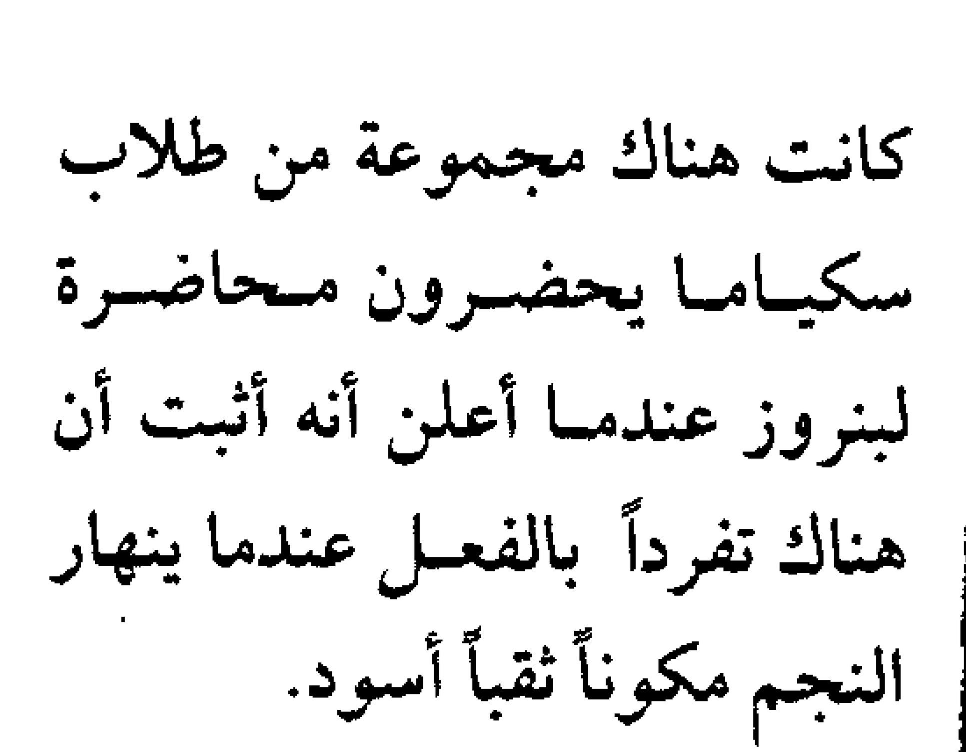
س	ص
١,٠	١,٠
٠,١	١٠,٠
٠,٠١	١٠٠,٠
-٠,٠١	-١٠٠,٠
-,٠١	-١٠
-١,٠	-١,٠

أما بالنسـبة للنسبية العامة فـإن التفرد تعنى منطقة فى الفضـاء والوقت يصبح عندها الانحناء قوياً جداً لدرجة أن قوانين النسبية العامة تفشـل ويفترض أن تحل محلها قوانين نسبية الكم.

وتعتبر محاولات وصف التفرد باستخدام النسبية العامة فقط غير صحيحة ، أى وصفها بأنها النقطة التى يكون عندها الانحناء والجاذبية المتعلقة بالمد والجذر لا نهائية. والنسبية الكمية من الممكن أن نقوم باستبدال هذه النهايات «بالرغوة الكمية» وتختلط مع قوانين النسبية العامة. ولكن هذا لا يعنى أنه لا يمكن دراسة نقاط الانفرادية وفهم قوانين الفيزياء. فهناك بعض نظريات الانفرادية التى ولدت معلومات نوعية هامة تحت بعض الشروط. فعلى سبيل المثال إذا تم التعامل مع الرياضيات بفرض من الممكن إثبات صحة الانفرادية بالإضافة إلى توضيح معان فيزيائية كثيرة. وكذلك كانت نظريات الانفرادية التى وضعها بنروز ومن بعده هوكنج. وفى حلول سكوارزتشيلد لمعادلات أينشتين لا تعتبر نقطة نصف القطر الحرج نقطة انفرادية (وذلك بغض النظر عن وصفها بأنها نقطة الانفراد لسكوارزتشيلد). حيث إن العمليات الفيزيائية متصلة عبر حدود هذه النقطة وأى تغير بسيط فى الأبعاد الرياضية يقوم بإزالة التباعد.

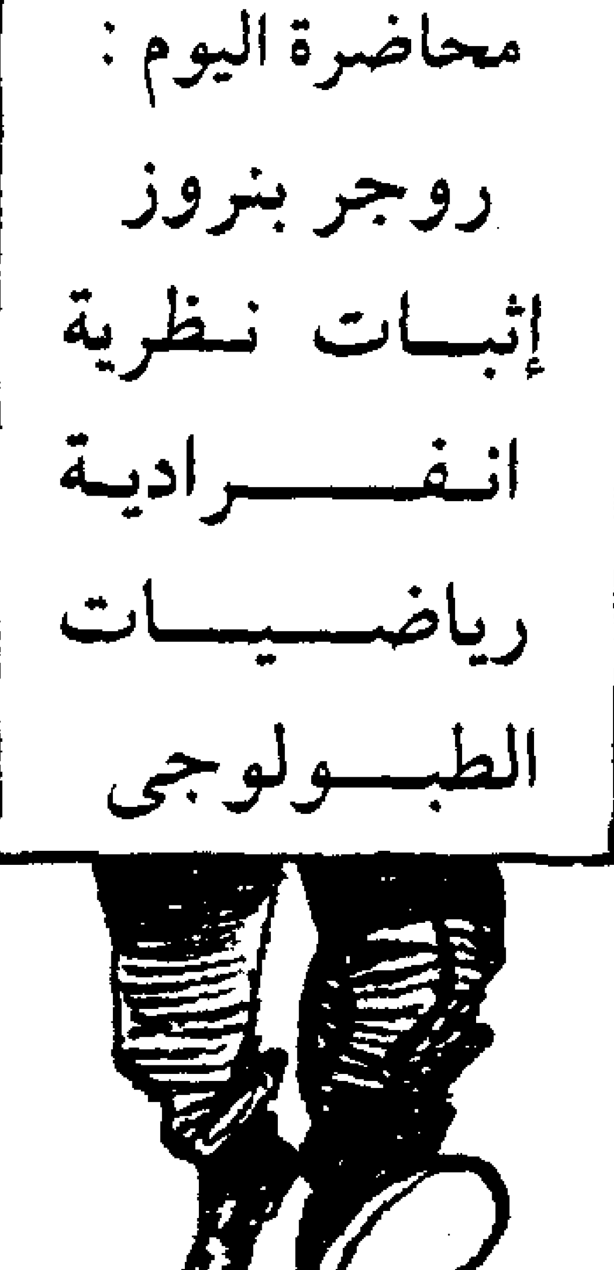






كانت هناك مجموعة من طلاب سكياما يحضرون محاضرة لبنروز عندما أعلن أنه أثبت أن هناك تفرداً بالفعل عندما ينهار النجم مكوناً ثقباً أسود.

ولم يكن هوكنج حاضراً تلك المحاضرة ولكن أخبارها وصلته في الحال وجعلته مكتئباً جداً.

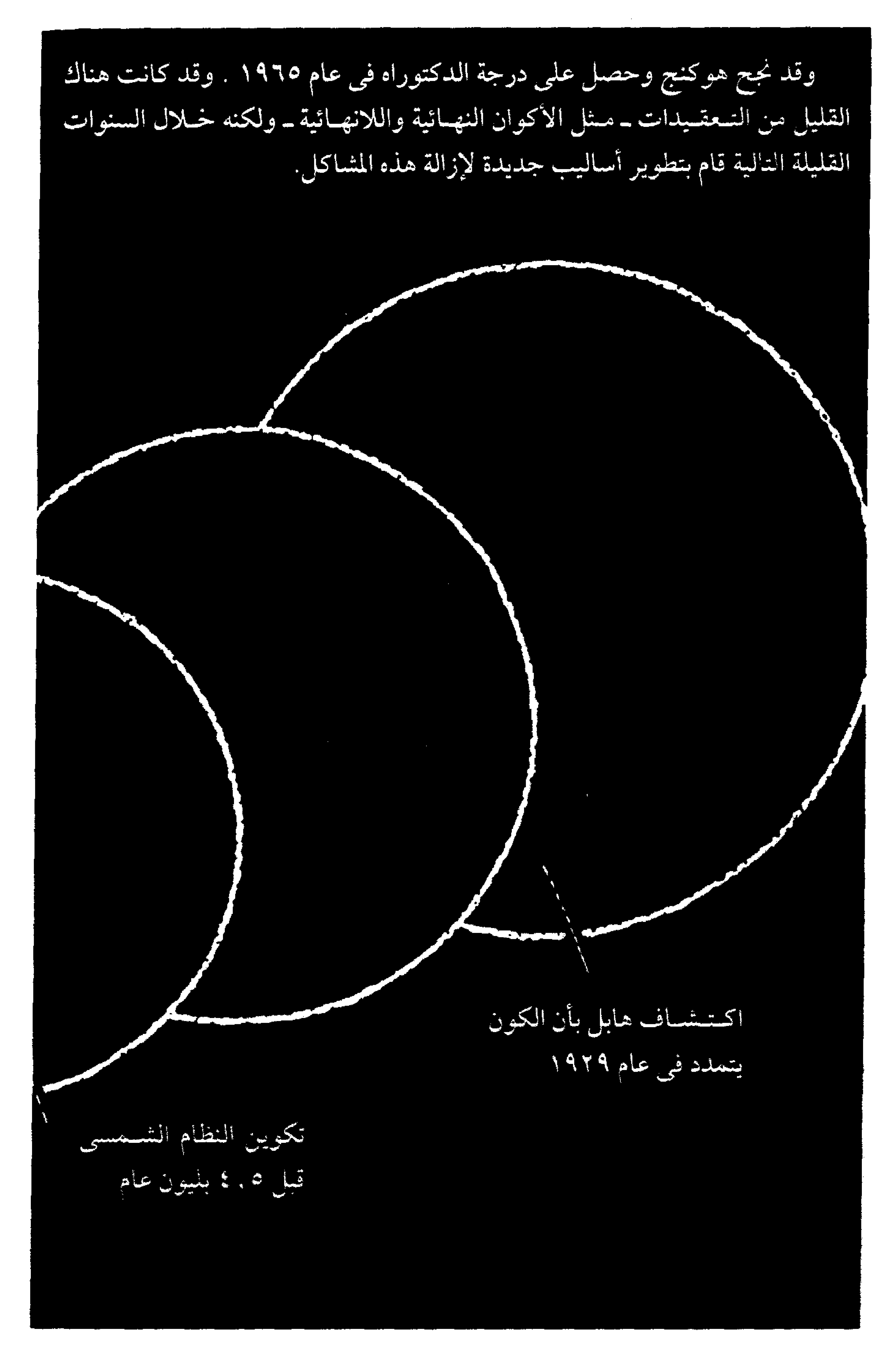






وبعد انقضاء سنة واحـدة فى حياته البحثية أصبح هـوكنج يعرف نقطة التحدى التى سيقوم بدراستها. وكان عليه أن يـعمل بجد لكى يقوم بتكييف معادلات بنروز وكذلك كان عليـه أن يتعلم الرياضـيات المتـضمنة فى ذلك ليـتم بها الفصل الأخـير فى رسـالته وكذلك أول نظرية انفرادية يضعهـا وهى «بداية الكون». وقد أوضح هوكنج أن النسبية العامه صحيحة وأنه لابد من وجود نقطة انفرادية فى الماضى تعبر عن بداية الكون.




وقد نجح هوكنج وحصل على درجة الدكتوراه فى عام ١٩٦٥ . وقد كانت هناك
القليل من التعقيدات ـ مثل الأكوان النهائية واللانهائية ـ ولكنه خلال السنوات
القليلة التالية قام بتطوير أساليب جديدة لإزالة هذه المشاكل.
اكتشاف هابل بأن الكون
يتمدد فى عام ١٩٢٩
تكوين النظام الشمسى
قبل ٤،٥ بليون عام

وقد أصبحت هذه الأساليب مقبولة بصفة عامة وكلنا يقبل اليوم أن الكون قد بدأ بانفجار عظيم ـ أي الحالة الساخنة شديدة الكثافة. وهذا هو الإسهام الأساسي لهوكنج في علم كونيات الإنفجار العظيم، وكنتيجة له أصبح هوكنج مشهوراً عبر انحاء العالم بأسره، لذلك في عام ١٩٧٠، أي بعد مرور خمس سنوات على حصوله على درجة الدكتوراه، أصبح عالم كونيات معروفاً دولياً.

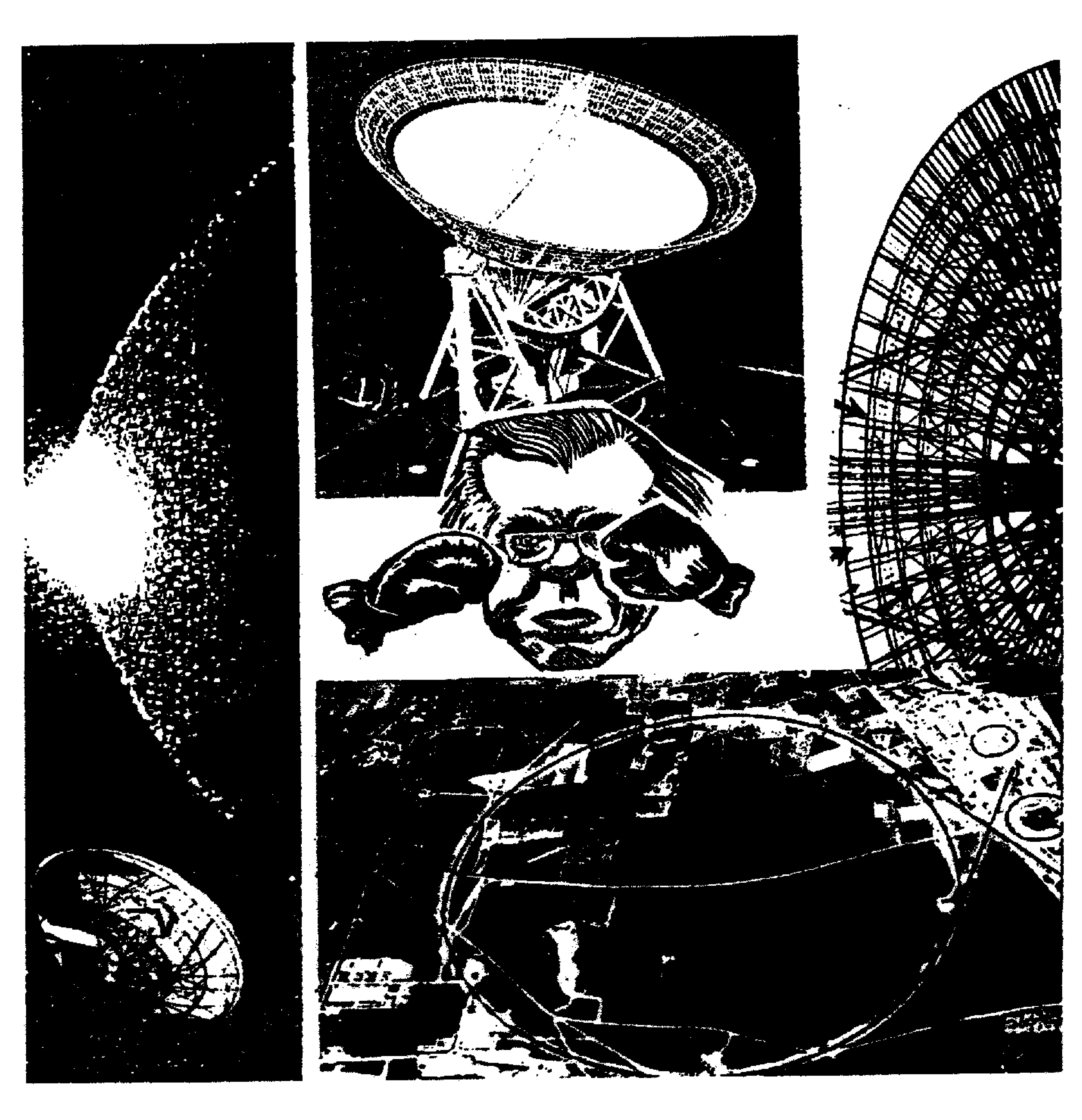
التفرد

سيطر الإشعاع على الكون

الانفجار العظيم قبل
١٥ بليون عام

وقد كان هوكنج نصيراً لنموذج الانفجار العظيم منذ أيامه الأولى كطالب دراسات عليا. وقد انتقد فى رسالته نموذج الحالة المستقرة لهويل وكذلك أثبت انفرادية الانفجار العظيم، الأمر الذى جعل اسمه مرتبطاً بهذه الانفرادية فى كل الأوقات.

إنه لأمر شيق أن تتخيل تاريخ علم الكونيات (أو على الأقل التاريخ الحديث لهوكنج) إذا تم قبول تسجيله مع هويل فى جامعة كامبريدج. واليوم يقوم هويل وطالبه القديم جاى نارليكار بترميم نموذج الحالة المستقرة ولكن دون جدوى. فلقد تطور عالم علم الكونيات. وربما تم توضيح ذلك بصورة أفضل فى مجلة Sintific American فى أحد مقالاتها فى العدد الخاص الذى نشر فى أكتوبر عام ١٩٩٤ عن الكون، والذى يبشر بأنه سيصبح الوصف المقبول لفهمنا للكون فى الألف عام القادمة.

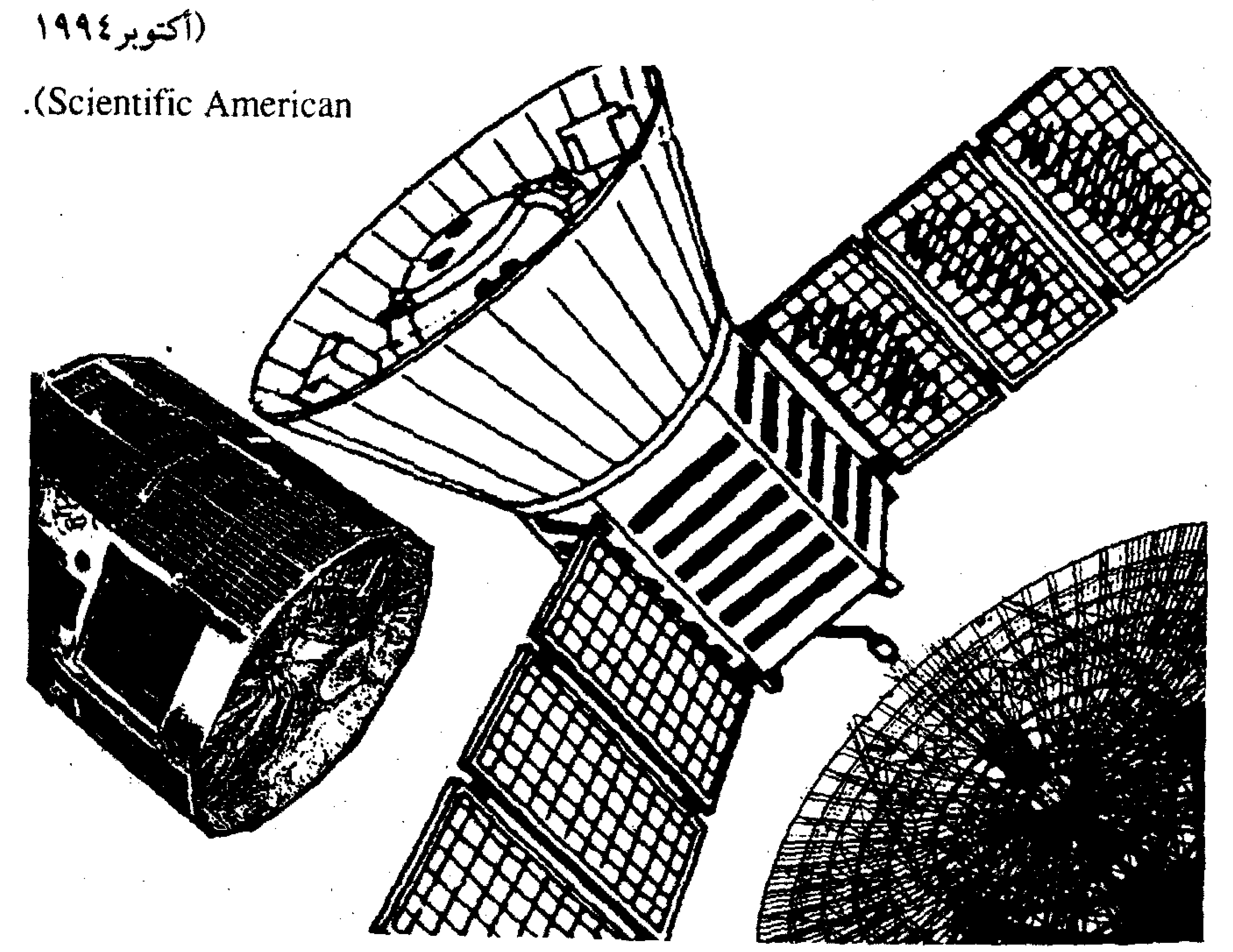


تطور الكون

يعتبر فهم تطور الكون هو أحد أعظم اكتشافات العلوم فى القرن العشرين. وقد أتت هذه المعرفة من عقود من التجارب المبدعة. حيث استخدمت التلسكوبات الحديثة، سواء إذا كانت على الأرض أو فى الفضاء، فى اكتشاف الإشعاع المنبعث من المجرات التى تبعد عنا بلايين السنوات الضوئية لتوضح لنا ماهية صورة الكون فى مراحله الأولى . وتقوم معجلات الجسيمات باختبار الطبيعة الأساسية للبيئة عالية الطاقة فى الكون الأولى. أما الأقمار الصناعية فتقوم بالتقاط الخلفية الإشعاعية الكونية المتخلفة من المراحل الأولى فى تكوين الكون وتمدده لتمدنا بتخيل عن الكون فى أقصى المقاييس التى يمكن أن نلاحظها. وأفضل الجهود لتوضيح هذه الوفرة من البيانات تتجسد فى نظرية عامة تسمى النموذج الكونى القياسى أو علم كونيات الانفجار العظيم. وأهم مبادئ هذه النظرية هى أن فى المتوسط على مقياس كبير نجد أن الكون يتمدد بصورة متجانسة من حالته الكثيفة الأولى. وفى الوقت الحاضر لا توجد أية تحديات لنظرية الانفجار العظيم بالرغم من وجود مسائل غير قابلة للحل فى هذه النظرية. فعلى سبيل المثال لا يعرف علماء الفلك كيف تكونت المجرات ولكن لا يوجد ما يدعو لأن نعتقد بأن هذه العملية لا تتم داخل إطار الانفجار العظيم. وبالفعل قامت النظرية بتجاوز كل الاختبارات حتى الآن

(أكتوبر ١٩٩٤

.(Scientific American



١٩٦٥ : عام كبير بالنسبة لهوكنج

تزوج هوكنج من محبوبته جان وايلد فى كنيسة ترينتى فى كيمبردج فى شهر يوليه ١٩٦٥ . وبينما كان يزداد اعتماده على عكازه إلا أنه حصل على رسالة الدكتوراه وكذلك تزوج من زوجة مخلصة وذكية بالإضافة إلى مهارات رياضية جديدة ليستخدمها فى عالم الكونيات، وكذلك حصل على عضوية فى كلية كايوس ليكمل دراساته فى قسم الرياضيات التطبيقية والفيزياء النظرية. وبذلك لم يعد هوكنج مكتئباً.



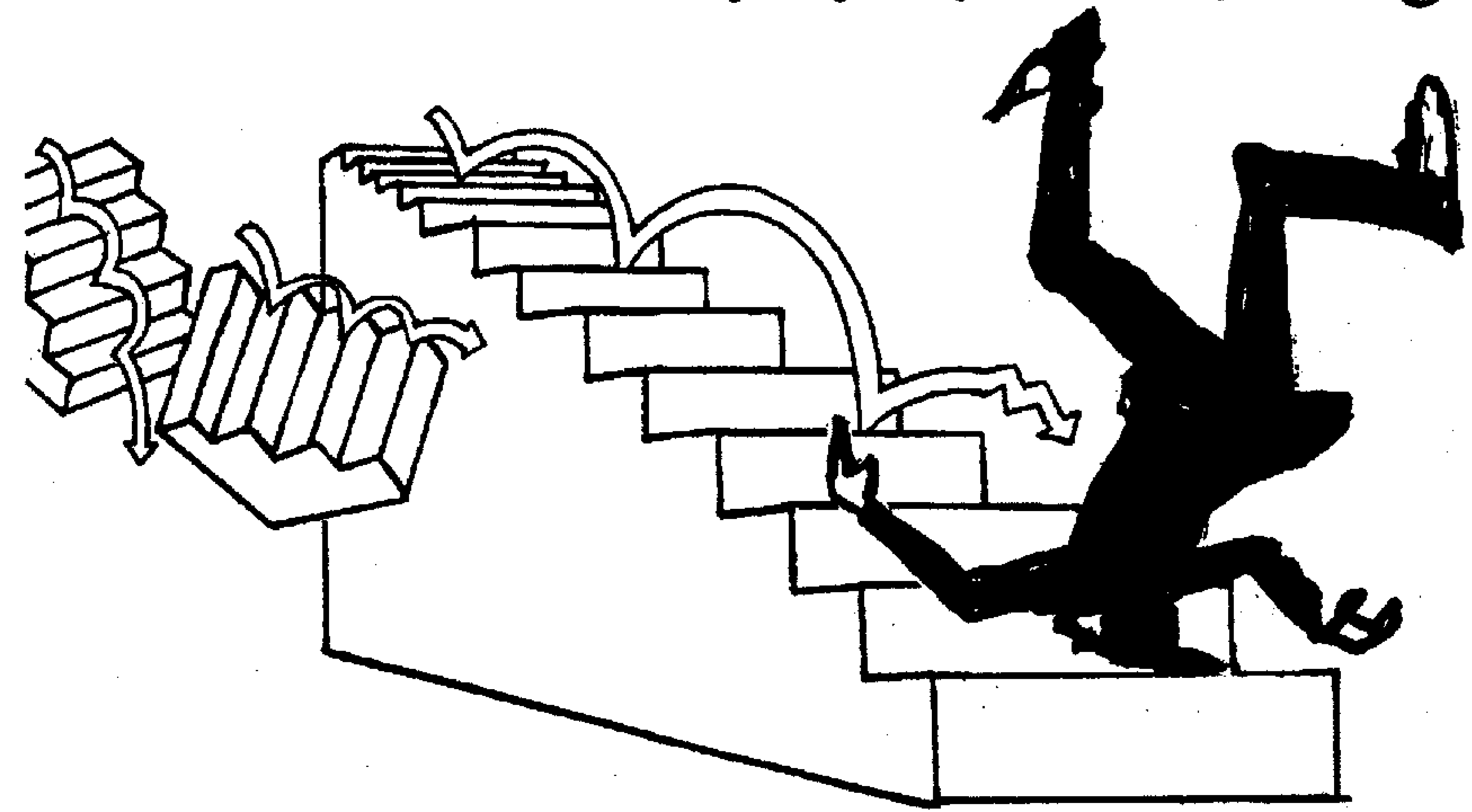
ولا يزال هذا المزهو بنفسه إذا نظرت إليه نظرة متفحصة نجده يقول ...
أستطيع أن أفعل أى شيء ولا يمكن أن توقفنى أشياء مثل مرض (ALS).

عقل غير قادر على التوقف

لقد كثرت القصص عن قدرات هوكنج العقلية المذهلة والتى كانت ظاهرة بوضوح فى سنوات دراسته فى أوكسفورد.

لقد قضى العديد من زملائه الأسابيع فى مهمة لحل ثلاث عشرة مسألة من أحد الكتب الصعبة وهو الكهربية المغناطيسية لـ بلين وبلين. وقد تم إخبارهم بأن يقوموا بحل أكبر عدد من المسائل قدر استطاعتهم وتمكن أغلبهم من حل مسألة أو اثنتين على الأكثر. وكطبيعته تركها هوكنج لآخر يوم وبعد أن قضى الصباح فى غرفته خرج ليقول أنه أكمل أول عشر مسائل فقط !

وقام أحد معلميه فى أوكسفورد بتكليفه بحل بعض المسائل من أحد كتب الفيزياء الإحصائية الذى لم يكن يعجب به. وفى الموعد التالى عاد هوكنج بعد أن قام بمهمته بالإضافة إلى توضيح كل الأخطاء فى هذا الكتاب. وأدرك أستاذه فى هذا الوقت أن هوكنج يعرف عن هذه المادة أكثر مما يعرف هو.



وفى نهاية عامه الدراسى فى أوكسفورد وبدون شك فى بداية شعوره بأعراض مرض (ALS) سقط هوكنج بعنف من على السلم فى فناء الجامعة. وكنتيجة لذلك أصيب بفقدان مؤقت فى الذاكرة لدرجة أنه لم يتمكن حتى من تذكر اسمه. وبعد العديد من الساعات التى استجوبه فيها أصدقاؤه تمكن من العودة إلى حالته الطبيعية ولكنه كان منزعجاً من احتمالية حدوث إصابات دائمة فى مخه. ولكى يتأكد قرر أن يخوض أحد اختبارات الذكاء. وقد كان مسروراً لأنه تمكن من اجتياز اختبارات الألوان الطائرة بتقدير يتراوح بين ٢٠٠ و ٢٥٠ !

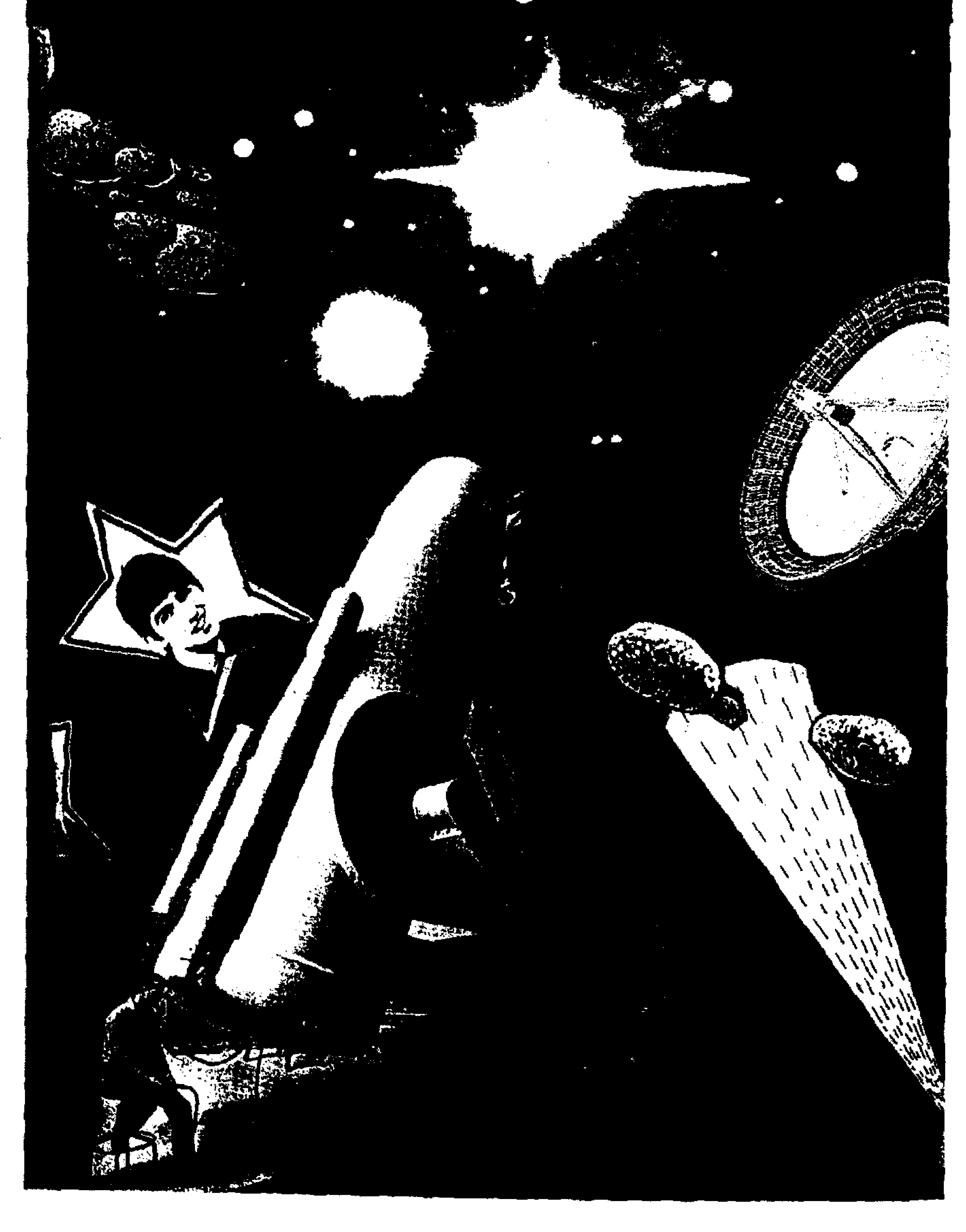
ولا يوجد شيء من أمثال مرض ALS يستطيع أن يوقف هذا العقل.

ثورة الستينات

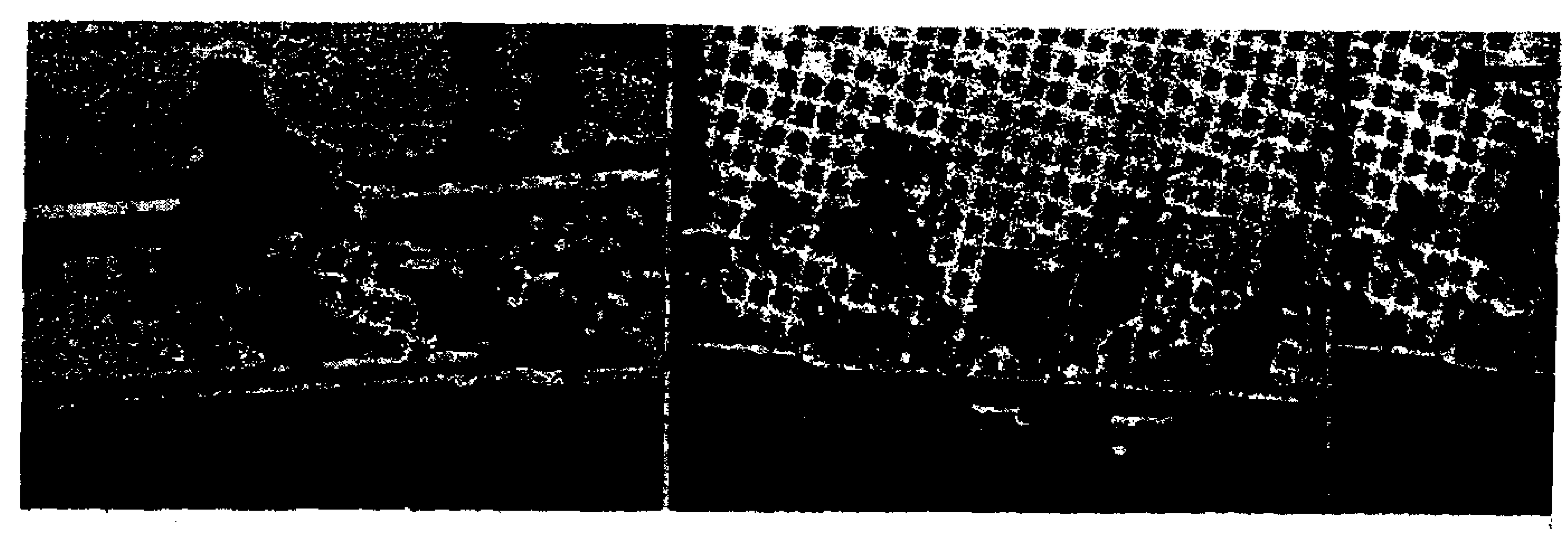
تعتبر فترة الستينات مرحلة فوران اجتماعى وتغيير جذرى على الأرض سواء إذا استمر علماء التاريخ الاجتماعى فى القرن الواحد والعشرين فى تحليل ذلك أم لا. ولكن بالتأكيد ستكون وجهة نظر علماء تاريخ العلم أن هذه المرحلة مرحلة تغيير جذرى فى فهمنا للكون. وقد تمت الإشارة إلى هذه الفترة من قبل بأنها العصر الذهبى لعلم الكونيات النسبية. وقد أصبح أبطال الستينات رموزاً مألوفة وكذلك كانت لثورة عالم الكونيات أبطالها ولكنهم فى الغالب غير معروفين بالنسبة لعامة الشعب.



وقد كانت فترة الستينات فترة تطور ملحوظ فى علم الفلك وذلك كنتيجة أساسية للتطورات فى التكنولوجيا والأدوات. وقد أدت كل أنواع الظواهر غير المألوفة التى تمت ملاحظاتها إلى نماذج جديدة للأجسام السماوية والتى يمكن وصفها فقط بأنها ثورة فى علم الكونيات. وبداية هذه الثورة يمكن إرجاعها إلى التقاء عصيب بين الفضاء والزمن بطريقه لا يسهل محوها من ذاكرة التاريخ فى القرن العشرين.



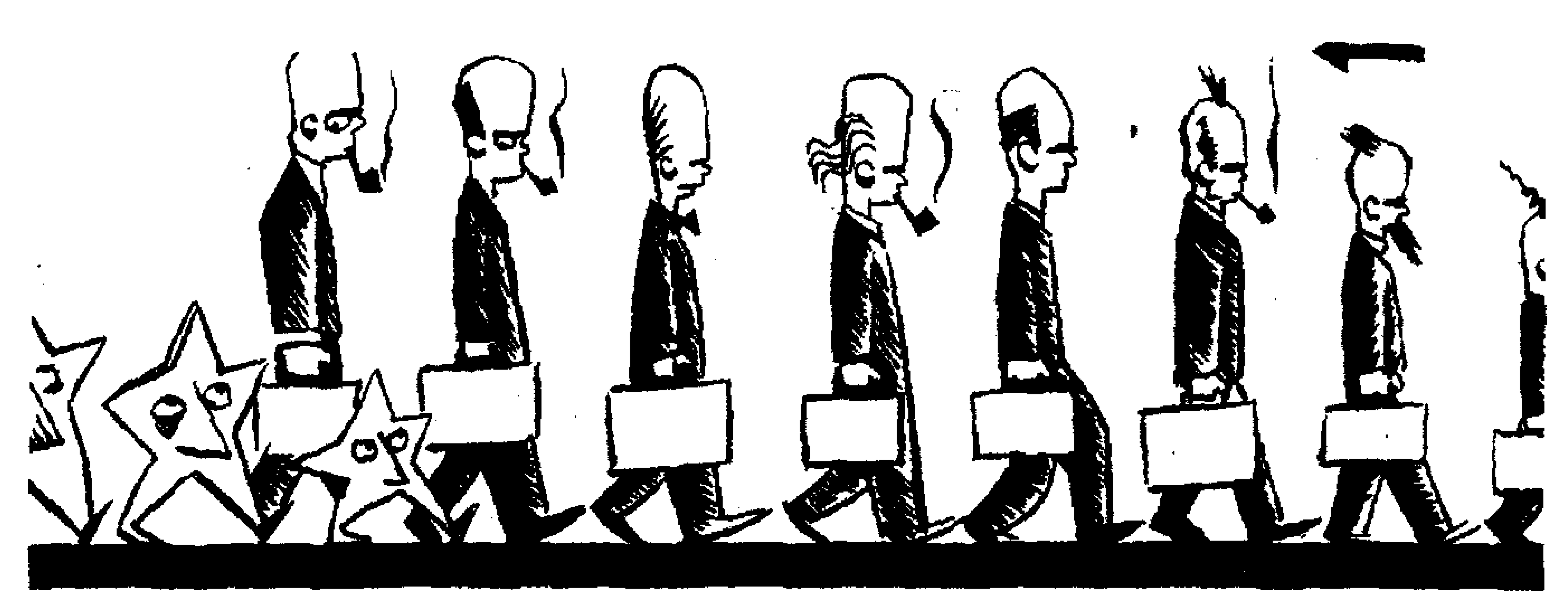
دالاس ١٩٦٣



إذا قمت بإجراء استفتاء بين الأشخاص المعمرين أكثر من خمسين عاماً إذا كانوا يتذكرون دالاس ١٩٦٣ فسيقوم غالبيتهم بوصف شعورهم تجاه حادثة اغتيال جون ف. كيندى فى دالاس فى ٢٢ نوفمبر.



ولكن ربما توجد فئة صغيرة من هؤلاء الناس من يكون لهم رد فعل غامض . فهم بالطبع يتذكرون حادث اغتيال كيندى المأساوى، ولكن دالاس ١٩٦٣ لها دلالة أخرى عندهم. فقد حضرت مجموعة من ثلاثمائة من علماء الفلك والفيزياء والكون والنسبية ندوة تكساس الأولى فى الفيزياء والفلك ليميزوا اكتشاف الكواسارات (أشباه النجوم). وقد عقد هذا المؤتمر فى دالاس فى الفترة من ١٦ إلى ١٨ ديسمبر ١٩٦٣ بعد ثلاثة أسابيع فقط من اغتيال كيندى.



وقد تمت دعوة علماء النسبية (المتخصصون فى التعامل مع معادلات أينشتين) لكى يتلاقوا فى حوار مع علماء الفلك وعلماء الفيزياء والفلك. وفى الخمس والعشرين عاماً الأخيرة بعد نشر البحث الشهير لأوبنهايمر وسنايدر عن انهيار النجوم تم اقتراح النسبية العامة كتوضيح ممكن لكثير من الظواهر الفيزيائية التى تمت ملاحظتها بالفعل بواسطة علماء الفلك. وقد ساد الاعتقاد بأن النجوم المنهارة جذبياً (والتى تمت تسميتها الثقوب السوداء) ربما تمدنا بالوسائل اللازمة لتوضيح الأجسام الجديدة والمثيرة والتى تسمى أشباه النجوم (Quasars) وقد ألقى توماس جولد (أحد مؤسسى نظرية الحالة المستقرة) محاضرة فى ندوة دالاس.

إن اكتشاف أشباه النجوم يجعلنا نؤمن بأن النسبية وما يتعلق بها من أعمال معقدة ليست مجرد حلية ثقافية وإنما هى بالفعل مفيدة فى العلوم !

وهذا مدعاة لسرور كل الناس : فالمتخصصون فى النسبية يشعرون بأنه تم تقديرهم وأن لهم خبرة عالية فى مجال عرفوا أنه موجود بصعوبة. أما علماء الفيزياء والفلك فقد وسعوا امبراطوريتهم عن طريق إلحاق مادة جديدة ... ألا وهى النسبية العامة.

إن ذلك كله مدعاة للسرور، لذا دعونا نتمنى أن يكون صحيحاً.

FIRST
TEXAS
SYMPOSIUM
ON
RELATIVISTIC

وقد اتضح أنها صواب، كما وضح هوكنج نفسه بعد ٣٠ عاماً.

لقد حدث تغير كبير فى منزلة النسبية العامة وعلم الفلك فى الثلاثين عاماً الماضية. فعندما بدأت بحثى فى قسم الرياضيات التطبيقية والفيزياء النظرية فى كامبريدج عام ١٩٦٢ كان يعتقد أن النسبية العامة رائعة ولكنها نظرية معقدة جداً لدرجة أنها لا تتصل بالعالم الواقعى على الإطلاق. وكان علم الفلك يعتبر علماً كاذباً حيث إن التأملات الشاذة كانت غير مفيدة بأى ملاحظات ممكنة.

والموقف الآن يختلف كثيراً، ليس فقط كنتيجة للتطور الهائل فى مستوى الأرصاد باستخدام التكنولوجيا الحديثة ولكن أيضاً كنتيجة للتقدم الهائل فى الجانب النظرى الذى حققناه.

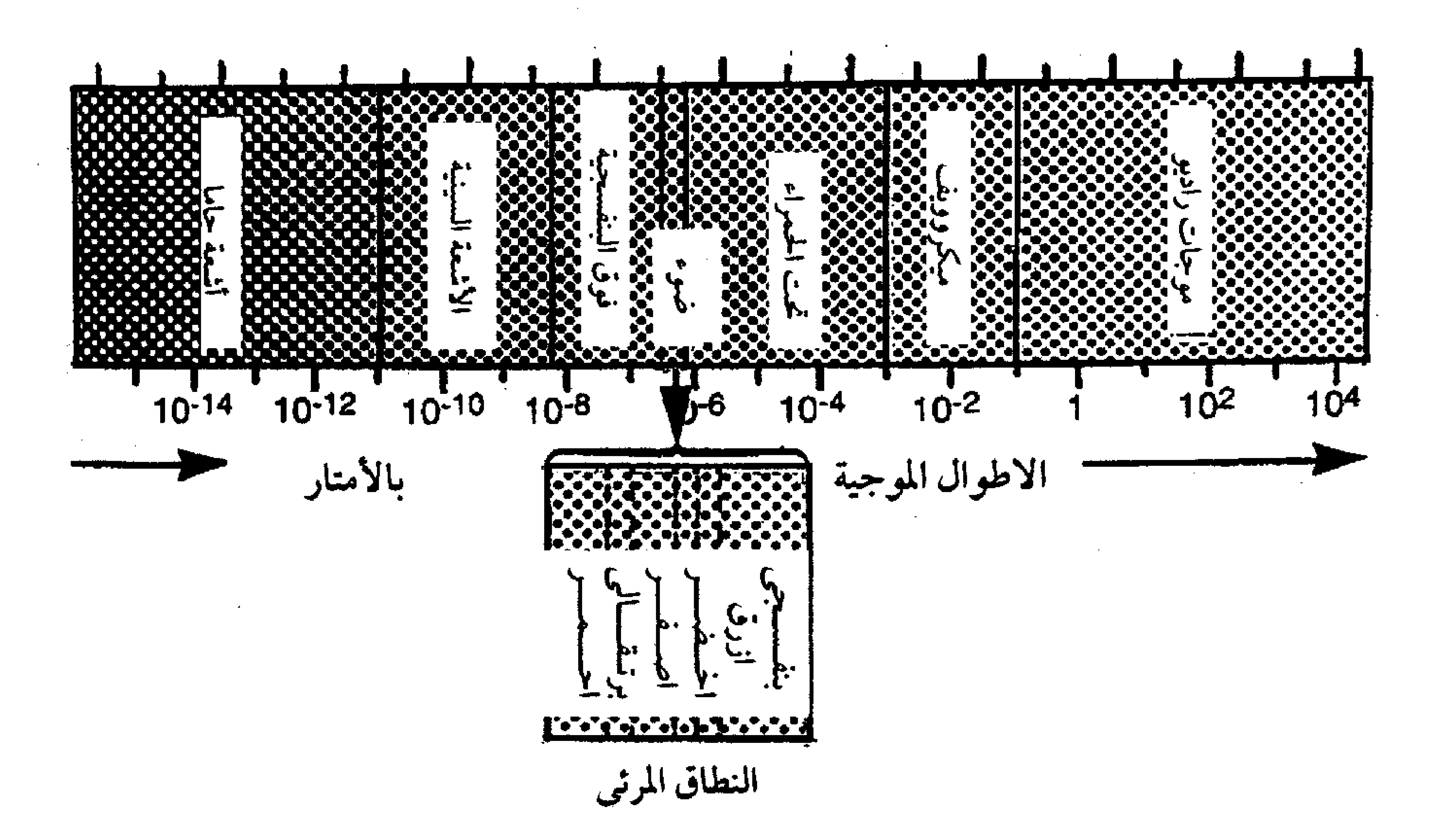


ولكن رصد أشباه النجوم يتطلب أساليب رصد جديدة . لذلك قبل ذكر الجوانب المثيرة فى أشباه النجوم دعنا نقوم بتوضيح شىء تحتاج لمعرفته.

شىء نحتاج إلى معرفته : الطيف الكهرومغناطيسى

إن الطيف الكهرومغناطيسى يبدو فنياً جداً حيث إن شقيه نادراً ما يستخدمان خارج العلوم الطبيعية. فإن الشق الأول (الكهرومغناطيسى) فقط يعنى الموجات التى ستتحدث عنها (ضوء، راديو، تحت الحمراء) تتكون من مجالات كهربائية ومغناطيسية مهتزة (تتغير شدتها مع تغير الوقت والمكان). أما الشق الثانى (الطيف) فيشير إلى مدى أحجام هذه الموجات (أى المدى الذى تتراوح فيه أطوالها الموجية).

والطيف الكهرومغناطيسى يشير إلى كل الأطوال الموجية للإشعاع التى يمكن أن توجد فى الطبيعة. والموجات التى لها أطوال موجية مختلفة تكون لها خصائص مختلفة وكذلك يتم إنتاجها بعمليات فيزيائية مختلفة. والإشعاع الغير مرئى الذى يأتى من النجوم والمجرات (بالطبع بالإضافة إلى الضوء المرئى أو النطاق الضوئى) يمدنا بمعلومات مفيدة بالرغم من أنه لا يرى بالعين المجردة.



والأطوال الموجية تغطى مدى واسعاً من القيم ابتداء من الأشعة السينية (أقل من المسافات بين الذرات فى المادة الصلبة) إلى موجات الراديو (طولها يصل الى عدة كيلو مترات). وهذه الموجات تتحرك بنفس السرعة وهى نفس سرعة انتشار الضوء. وهناك علاقة بسيطة بين الطول الموجى وتردد المصدر الذى يشع هذه الموجات وسرعة انتقالها :

(الطول الموجى) X (التردد) = (سرعة الضوء).

وقبل الستينات من القرن العشرين كانت الأرصاد تعنى علم الفلك الضوئى (أو المرئى) وهو عبارة عن الملاحظة باستخدام تلسكوبات مكونة من عدسات زجاجية أو مرايا عاكسة وتسجيل هذه الملاحظات إما بالعين أو عن طريق كاميرات حساسة. وتم استخدام بعض الأفلام الحساسة لتوسيع نطاق الملاحظة إلى الأشعة تحت الحمراء الغير مرئية والتى لها أطوال موجية أكبر من الضوء. ولكن خلال أواخر الخمسينات والستينات أصبح كل النطاق الكهرومغناطيسى تقريباً من الممكن التقاطه بواسطة علماء الأرصاد، لذلك فإننا الآن لدينا علم الفلك المبنى على أشعة الراديو وآخر مبنى على الميكروويف وثالث للأشعة تحت الحمراء وآخرين للضوء، والأشعة فوق البنفسجية والأشعة السينية وأشعة جاما. والاكتشافات العظيمة فى الستينات نتجت عن مدّ الأرصاد خارج النطاق الضوئى وخاصة فى مدى الأطوال الموجية الكبيرة من الميكروويف وموجات الراديو. وقد تم اكتشاف أشباه النجوم والنجوم النابضة (والتى سيتم توضيحها فيما بعد) فى نطاق ترددات الراديو أما الخلفية الإشعاعية الكونية فتم التقاطها فى نطاق الميكروويف . وعلى الجانب الآخر فإن أرصاد الأشعة السينية قامت بإمدادنا بأول دليل على وجود الثقوب السوداء من ملاحظات جورج سيجناس (س-١) فى أواخر السبعينات.



جيمس كليرك ماكسويل
رجل آخر من
جامعة كامبريدج

١٩٦٣ : أشباه النجوم Quasars

لقد أدت الأرصاد التى قام بها علماء الفلك الضوئى والراديو إلى اكتشاف نصف دستة أجسام مضيئة فى السمـاء والتى لها أحجام مماثلة لحجم النجوم ولكن ذات طيف غريب لا يشابه طيف أى نجم قد لوحظ من قبل.

ولقـد تحير الجـميـع من هذه الأجسـام حتى قـام عالما الفلك مـارتين سكيمت وجـيس جرينتشين فى كالتك بعمل اكتشاف فى الخامس من فبراير عام ١٩٦٣ .

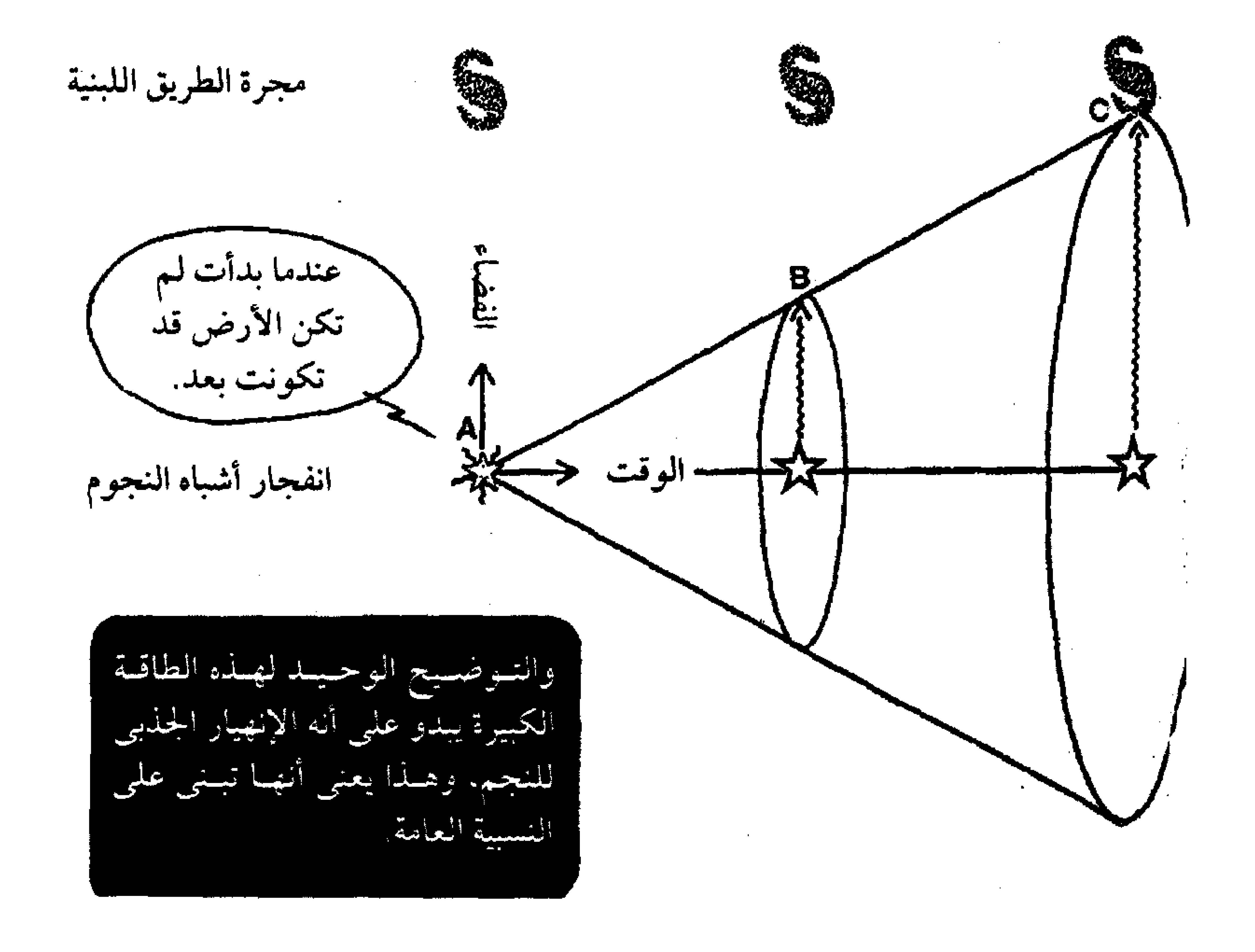


وقد أوضحت القياسات أن أشباه النجوم تتحرك مبتعدة عن الأرض بسرعات هائلة جداً جداً ولذلك فمن المؤكد أنها بعيدة جداً جداً.



لقد ساد الاعتقاد فى البداية بأنها نجوم فى مجرة الطريق اللبنية ويأتى ابتعادها عنا كنتيجة لتمدد الكون. ولكن بناءاً على المسافات الهائلة التى تبعدها عنا، عندما تم قياس الطاقة المنبعثة منها اتضح أنها تشع طاقة أكبر مائة مرة من أكثر المجرات إضاءة على الإطلاق.

أشباه النجوم ينبعث الضوء من أشباه النجوم عند نقطة A وبعد مرور بلايين السنين عند النقطة B لم يصل الضوء إلى مجرة الطريق اللبنية بعد. وفى النهاية عندما يصلنا عند نقطة مثل C فإننا نلتقطه وكأنه قادم كله من مسار عبر النقطة A.



١٩٦٥ : الخلفية للإشعاع الكونى

فى عام ١٩٦٥ تحول اكتشاف الميكروويف بالمصادفة من الفضاء الخارجى إلى أول دليل عملى على احتمالية صحة الانفجار العظيم وقبل هذا الحدث كان هذا النموذج يعتبر مزحة أو فكاهة، ونعرض الآن كيف حدث ... لقد أدى تصور آبى جورج لاماتير فى عام ١٩٢٧ أن الكون كان عبارة عن ذرة أساسية (أو بيضة كونية) إلى أن يعتقد بعض علماء الكونيات أن الكون الابتدائى كان عبارة عن بلازما ساخنة عالية الكثافة وسريعة التطور.

وقد أخذ أحد العلماء النظريين وهو جورج جامو (الذى ارتحل من روسيا إلى الولايات المتحدة الأمريكية، وتميز بقدرته العالية على التخيل)، أخذ فى اعتباره تأثير البرودة التى تعرضت لها هذه البلازما مع تمدد الكون، عند ذلك قام بتنبؤ واحد من أهم التنبؤات فى تاريخ العلم.



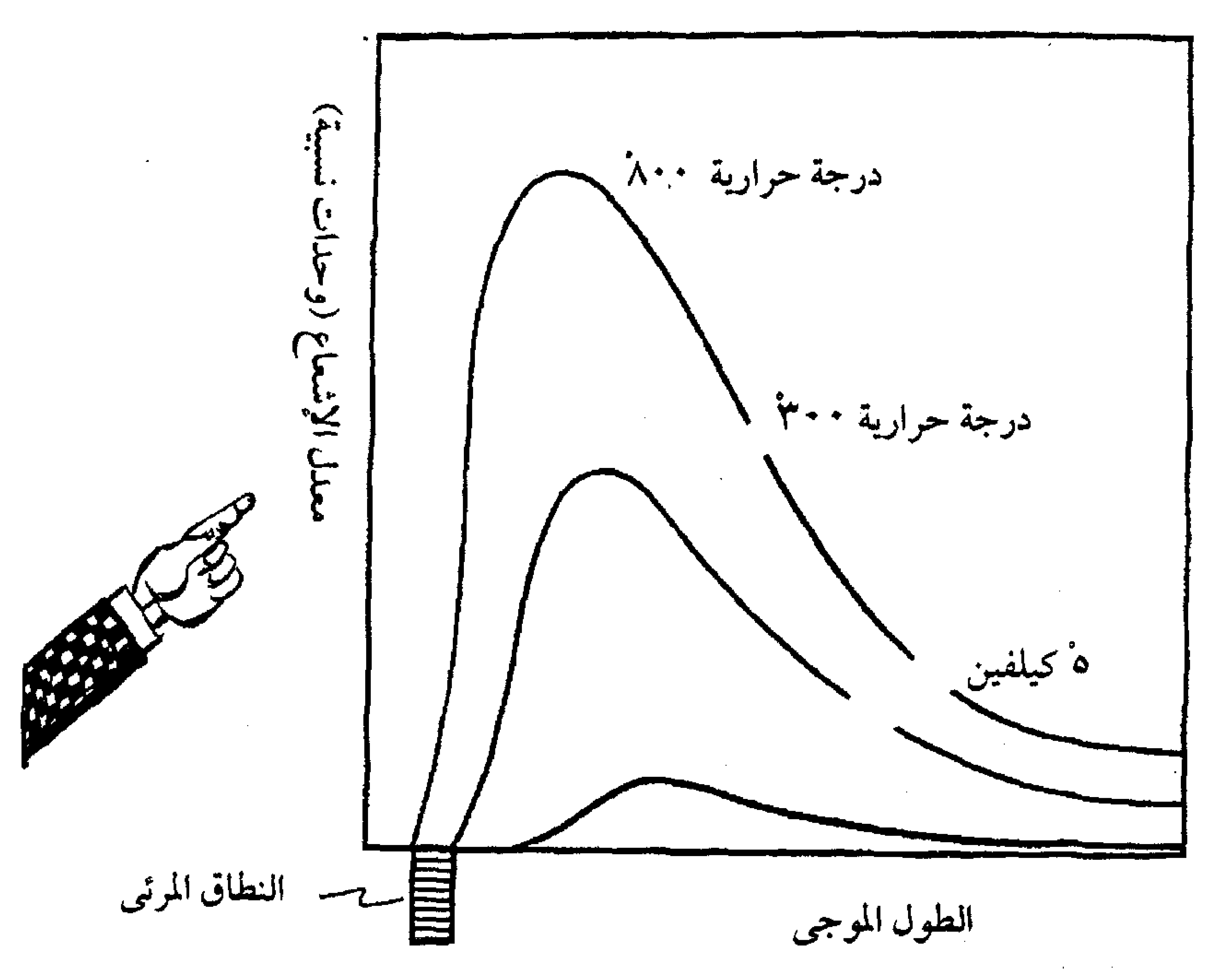
وكل جسم له درجة حرارة ما يقوم بإشعاع موجات كهرومغناطيسية بصورة مستمرة والتى تسمى بالإشعاع الحرارى حتى ولو كانت درجة حرارته خمس درجات فوق الصفر المطلق. والسؤال الآن هو: كيف نقيس هذا الإشعاع وفى أى نطاق من الطول الموجى نبعث؟ ولكى نكمل هذا الجزء من القصة هناك شىء يجب أن تعرفه !

شىء ما نحتاج لمعرفته : الإشعاع الحرارى



الخطوط الفيزيائية العريضة للإشعاع الحرارى بسيطة جداً بالرغم من أنه يتطلب مبادئ جذرية (والتى بدأت مع نظرية الكم) والتى وضعها ماكس بلانك فى عام ١٩٠٠ لتوضيح تفاصيله. وقد وضح كيفية اعتماد المعدل النسبى لإشعاع الطاقة (موجات كهرومغناطيسية) على الأطوال الموجية عند درجات حرارة مختلفة. وتوضح المنحنيات النظرية لبلانك أن الإشعاع ينتشر وتنحرف قمته إلى ناحية الأطوال الموجية الأكبر كلما نقصت درجة الحرارة.

- عند درجة حرارة ٨٠٠ْم يتم إشعاع كمية كافية من الضوء المرئى مما يجعل الجسم يبدو أحمر متوهجاً بالإضافة إلى أن نسبة عالية من الطاقة تخرج فى صورة أشعة تحت حمراء.
- عند ٣٠٠ْ م تخرج كل الطاقة تقريباً فى صورة أشعة تحت حمراء ولا يوجد أى إشعاع فى نطاق الضوء المرئى.
- عند خمس درجات فوق الصفر المطلق (أو -٢٦٨ْم) يكون الإشعاع كله خارج نطاق الأشعة تحت الحمراء ويقع فى نطاق الميكروويف؛ ولذلك فإن القياسات تتطلب مستقبلات خاصة لموجات الميكروويف.



وحيث إن شكل هذا المنحنى يتحدد بمعرفة درجة حرارة الجسم المشع فقط، فإن قياس الأطوال الموجية المختلفة يعطينا تنبؤاً بدرجة الحرارة. وعلى العكس إذا كانت درجة حرارة الجسم المشع معروفة فمن الممكن رسم شكل للتوزيع الإشعاعى من خلال معادلات نظرية.



ونعود إلى تنبؤ جامو، المنحنى النظرى لتوزيع الإشعاع الحرارى عند درجة حرارة خمسة فوق الصفر المطلق يوضح أن قمة هذا الإشعاع يجب أن تكون فى نطاق الميكروويف من الطيف الكهرومغناطيسي وبينما كانت مجموعات أخرى تقوم بالتخطيط لتجارب فحص لموجات الميكروويف التى ذكرها جامو، تم اكتشافهم بالصدفة بواسطة الباحثين أرنو بنزياس وروبرت ويلسون فى معامل تليفونات بيل فى شمال نيوجيرسي فى الولايات المتحدة الأمريكية.



تاريخ الكون



أدى تمدد الكون إلى ترقيق وتبريد الشهاب الأبيض الساخن للانفجار العظيم. ولا يزال الإشعاع موجوداً حتى الآن إلا أن أطواله الموجية كبرت حتى وصلت إلى نطاق الميكروويف الذى اكتشفه بنزياس وويلسون. وبالرغم من أنهم لم يستطيعوا القياس إلا عند طول موجى واحد، إلا أن بنزياس وويلسون فازا بجائزة نوبل أول من استطاع أن يؤكد عملياً الدليل الوحيد على الانفجار العظيم.

وهكذا فقد انفتح مجال جديد للبحث فى علم الكونيات وهو دراسة منشأ الكون من خلال الخلفية الكونية للإشعاع.

لقد أدى اكتشاف خلفية الميكروويف فى عام ١٩٦٥ إلى رفض نظرية الحالة المستقرة وتوضيح أن الكون مر بمرحلة عالية الكثافة فى الماضى. ولكن هذه الملاحظات لا تستبعد أن يكون الكون نشأ بطريقة مفاجئة وبحجم كبير جداً ولكن ليس عالى الكثافة.



واستمر علماء الفلك المتخصصون فى البحث فى نطاق موجات الراديو فى اكتشاف العديد من مجرات الراديو (أى تلك التى تشع موجات كهرومغناطيسية فى نطاق الراديو). بعد ذلك وفى عام ١٩٦٧ قامت طالبة بحث فى جامعة كامبريدج تسمى جاكلين بيل بالتقاط نبضات حادة عالية الانتظام على طول موجى ٣,٧ متر من أحد هذه المجرات. واعتقد علماء الفلك وقتها أنهم قد اتصلوا بحضارة خارج الأرض !



كانت هذه النبضات ضيقة جداً، وكان ذلك يعنى أن الجسم المشع يجب أن يكون صغيراً جداً لأنه لايمكن أن يقوم جسم كبير بإشعاع نبضات قصيرة جداً. ويلاحظ أن طول الوقت من الممكن أن يجعل النبضات زائغة الحدود، لذلك لكى تصل إلينا بمثل هذه الحدود الواضحة لابد أنها كانت على درجة عالية من الانضغاط. أى أنها قادمة من جسم قطره أقل من ثلاثة آلاف كيلو متر على نفس مسافة النجم.

جاكلين بيل

وبينما كـان فريق الفلكيين من كيـمبردج يقـوم بإعلان نتائجه، كـان فريق النظريين فى قسم الرياضيات (سكياما وهوكنج وريس) يجلسون فى المحاضرة بأناقة.





وقد أخذ الأمر أشهراً قلائل من المناقشة حتى أصبح واضحاً. وكان أول من أوضح ذلك هو تومي جولد والذي كان يعمل قبل ذلك في نظرية الحالة المستقرة.

الثقوب السوداء

مع إقتراب الستينات من القرن العشرين كان كل الناس يتحدثون عن النجوم المنهارة جذبياً. وقد أصبحت النجوم المنهارة جزئياً (مثل الأقزام البيضاء والنجوم النيترونية) هدف علماء الفلك الدائم. ولكن جون ويلر اهتم أكثر بالنجوم ذات الكتلة الكبيرة والتى تنهار كلياً.



وكان لهذه الكلمة تأثير السحر حيث بدأ كل شخص فى استخدامها، وحتى المتخصصين يعرفون الآن أنهم يتحدثون عن نفس الشىء. وقد حلت الثقوب السوداء محل النجوم المنهارة جزئياً فى موسكو وباسادينا وبرينستون وكيمبردج.

عصر الثقوب السوداء

ساد الهراء فى كل الأوساط وأصبح العالم على الأقل قادراً على تجميع كل الفيزياء الجديدة المعقدة وعلم الفلك فى كلمتين بسيطتين قد ملأتا كل أعمدة الجرائد. والتقط الكتاب هذه الكلمات الرنانة الجديده وظهرت كتب جديدة فى العلوم. أما فى التليفزيون ظهرت خدع النجوم ذات الأغراض الدخيلة الغريبة هى وسفن الفضاء الخاصة بها. أما فى حفلات العشاء كان العلماء فى بقعة الضوء ليقوموا بتوضيح الثقوب السوداء لأصحابهم. وكذلك أصبحت الثقوب السوداء كلمات منزلية مألوفة ... ولكن هل يعرف أى أحد حقيقة معناهم ؟




ما هي الثقوب السوداء ؟
فقط أخبرنى ما هى الثقوب السوداء ؟


عندما يحرق النجم كل وقوده فإنه ينهار بفعل جاذبيته.
أتعرف أننى كنت أتساءل دائماً مما تتكون النجوم وكيف تطلق الضوء.

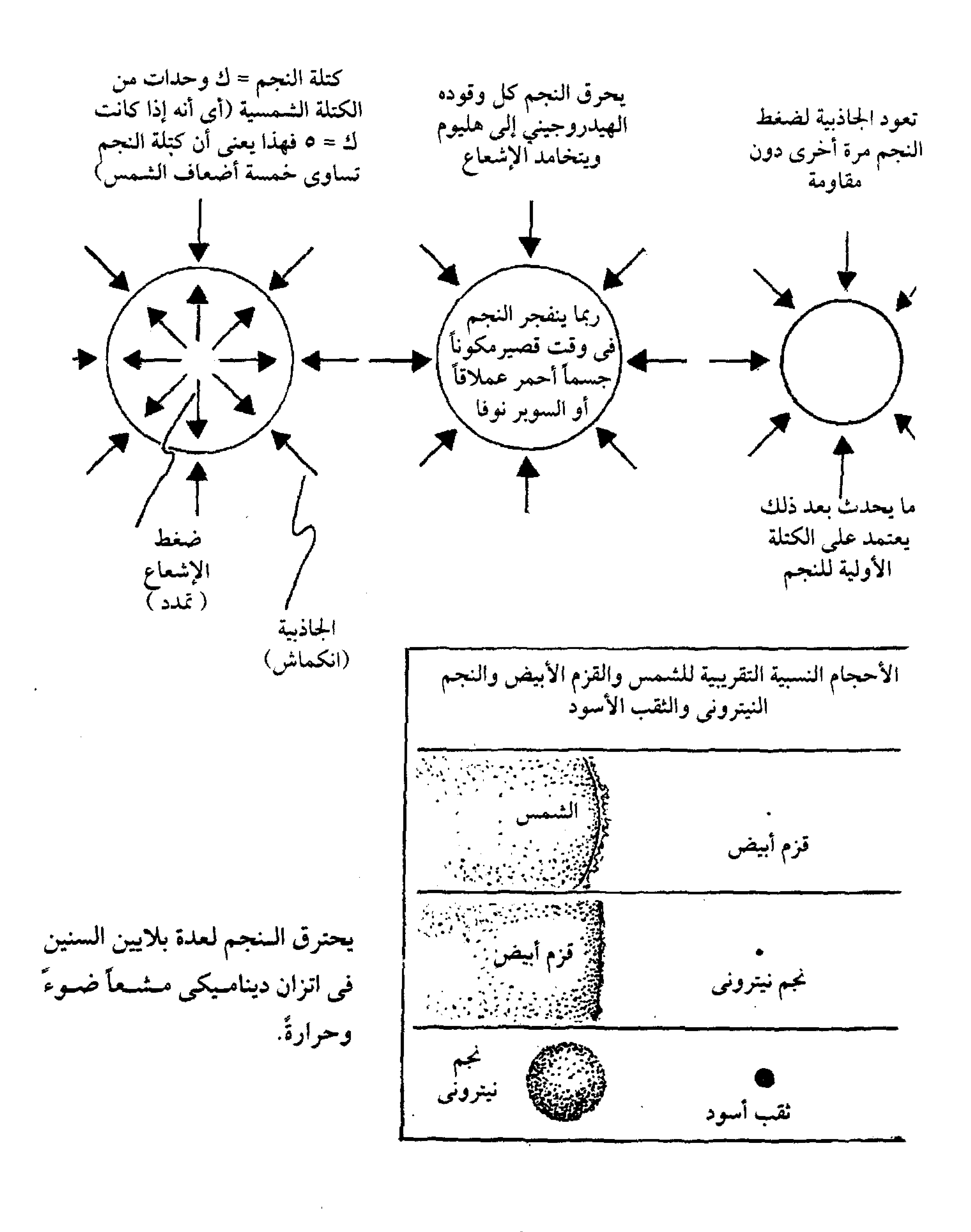

لم يكن هذا سؤالاً بسيطاً. تخيل الحلول التى أوجدها سكوارزتشيلد وأوبنهايمر لمعادلات أينشتين وتذكر كيف تقوم الطبيعة بضغط هذه الأجسام السماوية حتى يطويها الفضاء ثم تختفى ... كل ذلك دون أن أستخدم يدى .
ولكن كيف تقوم الطبيعة بضغط هذه الأجسام الهائلة في السماء ؟


مولد وموت النجوم
تتكون النجوم عندما تؤدى قوى الجذب المتبادلة بين جزئياتها الطافية في الفضاء (معظمها غاز الهيدروجين) الى تكوين قطع كبيرة. ثم تتجمع هذه القطع وتندمج مع بعضها مما يؤدى إلى زيادة الجذب بين الجزئيات التي تقترب أكثر فأكثر حتى يؤدى الضغط الزائد الى حدوث تفاعلات بين الجزيئيات تنتج عنها ارتفاعات في درجة الحرارة.
وتستمر هذه العملية حتى يتوهج الغاز مكوناً إشعاعاً كهرومغناطيسياً بكل الأطوال الموجية وكلما يزداد الانضغاط تزداد شدة التفاعلات حتى يصبح ضغط الإشعاع كبيراً بدرجة كافية ليوقف أى انكماش جذبى.
عند ذلك يصل النجم إلى اتزان ديناميكى ويشع ضوءاً لعدة بلايين من السنين.


ولكن من أين يحصل النجم على الطاقة
ليقوم بتسخين الجزيئات بصورة مستمرة
وينتج الإشعاع ؟
تمَّ حل هذه المشكلة بواسطة العالم الإنجليزى العظيم آرثر ادنجتون. ويوضح الشكل الشهير الذى رسمه للتركيب الداخلى للنجم كيفية إمداد النجم بالوقود عن طريق تفاعل يحدث فى قلبه مما يمد الطاقة اللازمة لتسخين الغاز باستمرار
وقد تركتها لعالم الفيزياء النووية هانز بيت فى عام ١٩٣٨
على أية حال، فى هذا الوقت لم أكن أفهم العملية التى تتم فى قلب النجم لإنتاج الإشعاع


لقد وضحت أن هناك تفاعلِ
اندماج نووى (دمج الهيدروجين مع
الهيدروجين الثقيل لتكوين هيليوم)
هو الذى ينتج الطاقة.
وقد وضحت معادلة العلاقة
بين الطاقة والكتلة التى وضعتها ط = ك س٢
كيفية إنتاج كميات من الطاقة عن طريق تحويل
كتلة النجم إلى حرارة، أى أن النجم يحرق
وقوده بالتدريج.
وكذلك عندما يُستهلك كل الوقود
تبقى الجاذبية وحدها، والتى تؤدى
إلى انهيار النجم الى ثقب أسود،
أليس كذلك ؟
حسناً، إن الأمر معقد أكثر من ذلك بقليل،
حيث إن الحالة النهائية تعتمد على مقدار
كتلة النجم الابتدائية.

كيف تنهار النجوم لتكون الأقزام البيضاء والنجوم النيترونية والثقوب السوداء



يحترق النجم لعدة بلايين السنين فى اتزان ديناميكى مشعاً ضوءً وحرارةً.

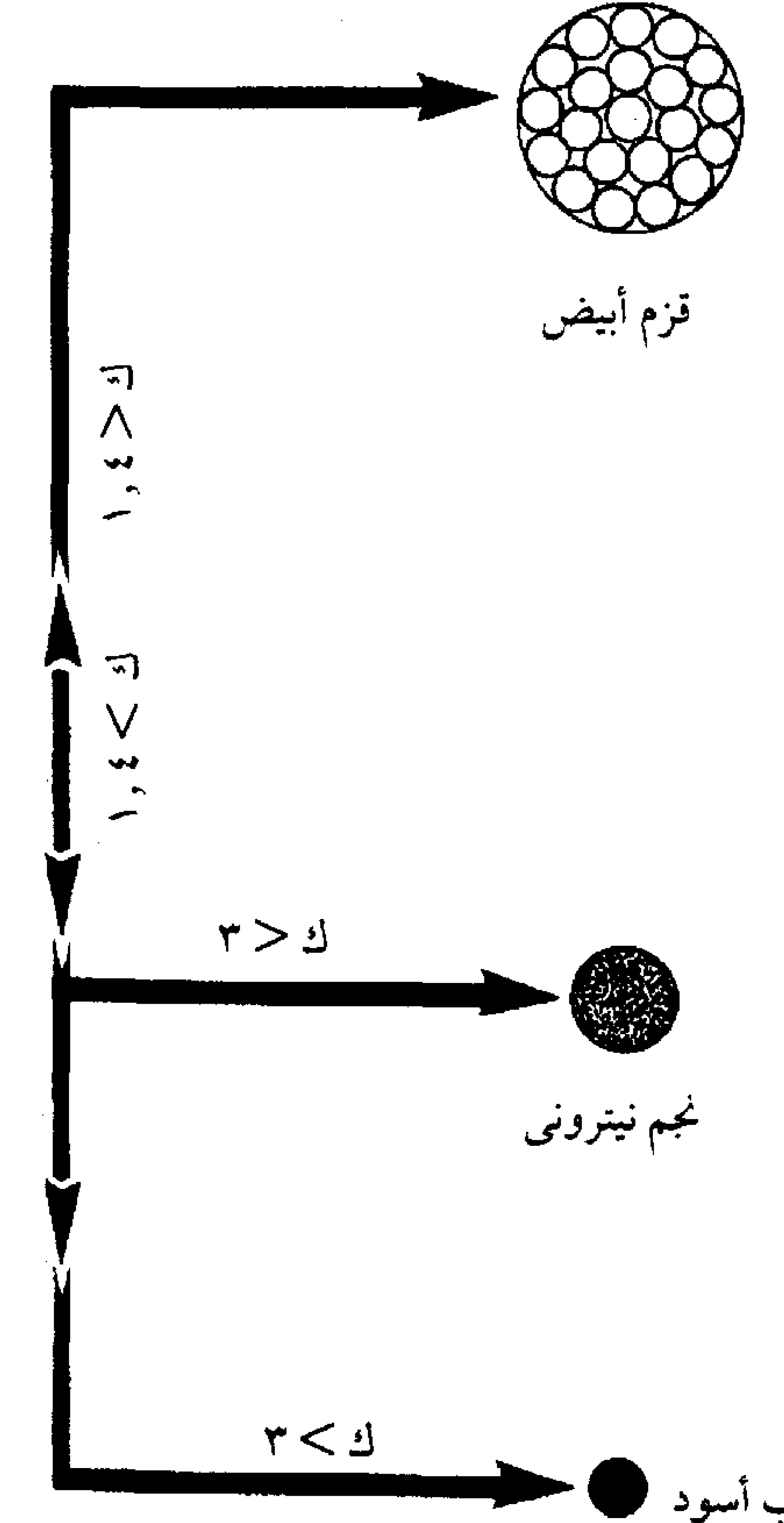
القـــزم الأبيض (نصف الـقطر = ١٦٠٠ مـيـل) إذا كـانـت ك أقل من ١,٤ يـنـكمش النجم حـتـى تتـداخل ذرات الغـاز. عند ذلك تكون قـوى التنافر بيـن الإلكترونات كـافيـة لوقف عملية الانكماش.

النجم الـنيـتـرونى (نصـف القطر = ١٦ كم) إذا كانت ك أكـبر من ١,٤ تتـغلب قوة الجذب علـى المقاومة الإلكـترونية مما يـجعل الإلكتـــرونات تسـقط فى النـواة، عند ذلك تندمج الإلـكتـرونات والـبـروتونـات مكونة نيـتـرونات. ويقـوم التنافـر بين النيـتـرونات بوقف الانـكمـاش النـاتج عن الجـذب إذا كانت ك أقل من ٣ .

الثقب الأسود

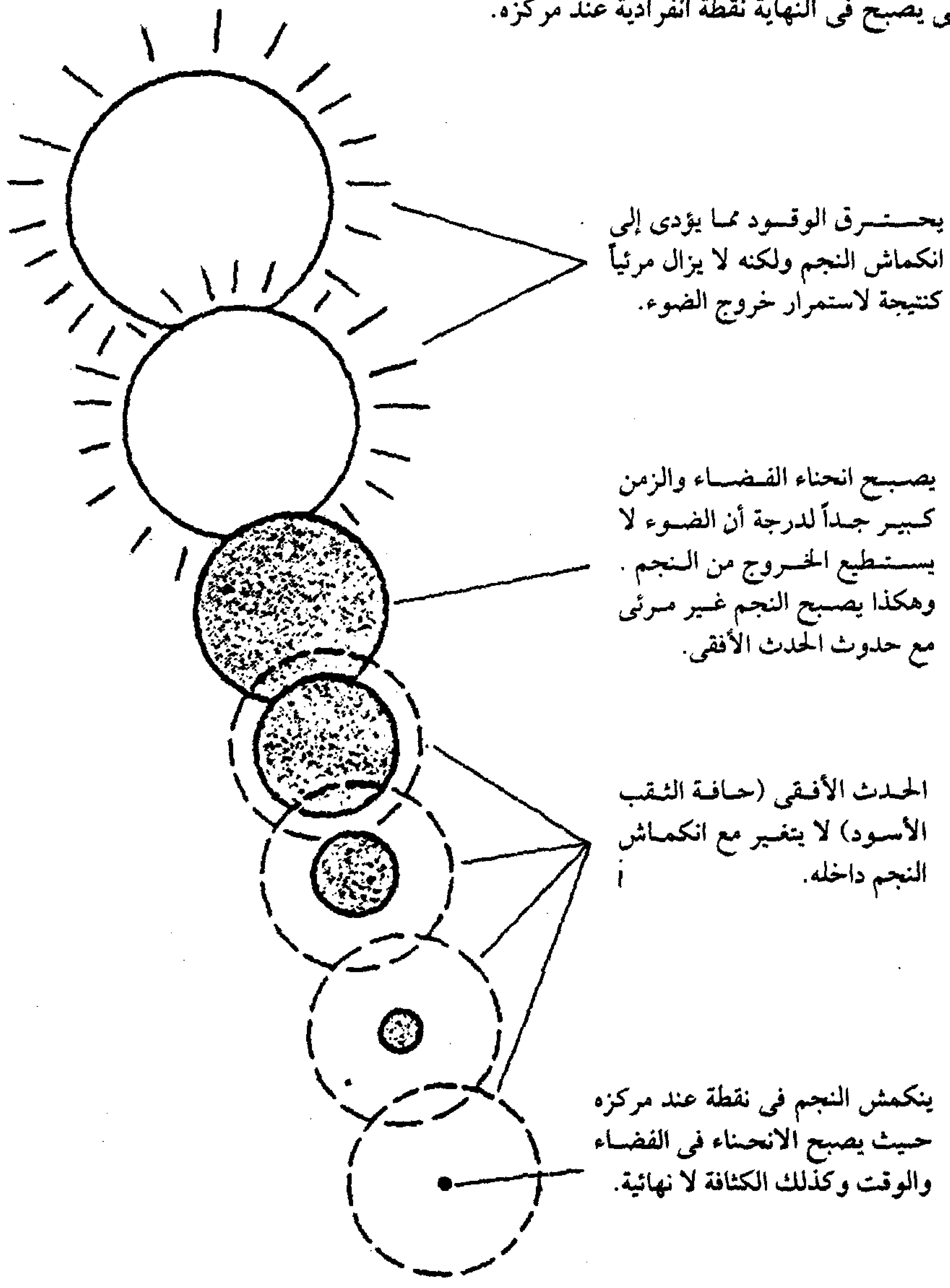
إذا كـانت ك أكـبـر من ٣ لا يسـتطيع أى شىء وقف الانكمـاش الناتج عن الجـذب. عند ذلك ينـهـار النجم تماماً ويختـتـفى عن الرؤيا؛ يتكون ثقب أسود.

من الممـكن رصـد مسـارات الأقـزام البيـضاء والتقـاط نبضات الـنجوم النيتـرونية الدوارة، ولـكن لا يمكـن رؤية الثـقـوب السوداء بصورة مباشرة.



في حالة الثقب الأسود يكون انحناء الفضاء كبيراً جداً لدرجة أنه عند نصف قطر معين (يسمى الحدث الأفقى) ينثنى الضوء المنبعث من سطح النجم إلى داخله. وهذا يعنى أن الأشعة تدخل إلى النجم بدلاً من الخروج منه. وبذلك يختفى النجم عن الرصد بواسطة أى مشاهد خارجى.

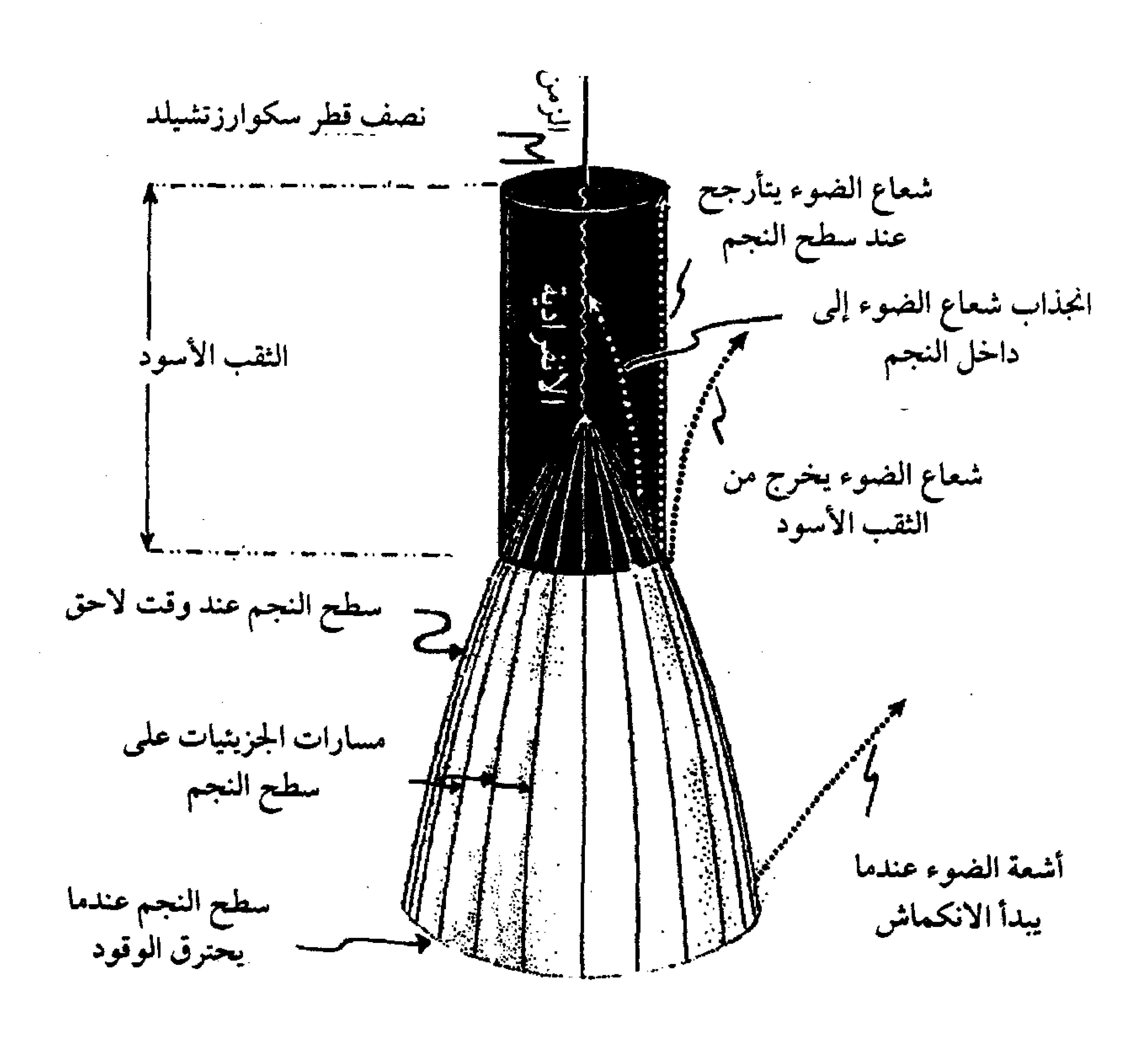
تقوم هذه الدوائر متناقصة الحجم بتوضيح كيفية إحتراق النجم عن طريق نقصان قطره ماراً بمرحلة الحدث الأفقى* مكوناً الثقب الأسود حتى يصبح فى النهاية نقطة انفرادية عند مركزه.



* هذه الكلمة تعنى توقف الزمن أى أنه مع تغير الزمن تكون الأحداث ثابتة ولا تتغير وذلك نتيجة لعدم تحرك أشعة الضوء عن سطح النجم كما سنرى فيما بعد. (المترجم).

والرسم التالى يوضح نفس المعلومات ولكن فى رسمه ثلاثية الأبعاد متضمنة الوقت على الإتجاه الرأسى. وهذا الرسم يوضح انحناء أشعة الضوء وانكماش سطح النجم وهو فى طريقه إلى نقطة الانفرادية من خلال الحدث الأفقى وانهيار النجم. من الضرورى جداً فهم مسار أشعة الضوء من سطح النجم مع مرورها على الحدث الأفقى. قبل تكون الحدث الأفقى مباشرة تنحنى أشعة الضوء بقوة كنتيجة لانحناء الفضاء وتستطيع بالكاد مغادرة سطح النجم. وبعد لحظات قليلة عندما يكون النجم فى داخل الحدث الأفقى تنجذب أشعة الضوء إلى داخل النجم باتجاه الانفرادية عند المركز.

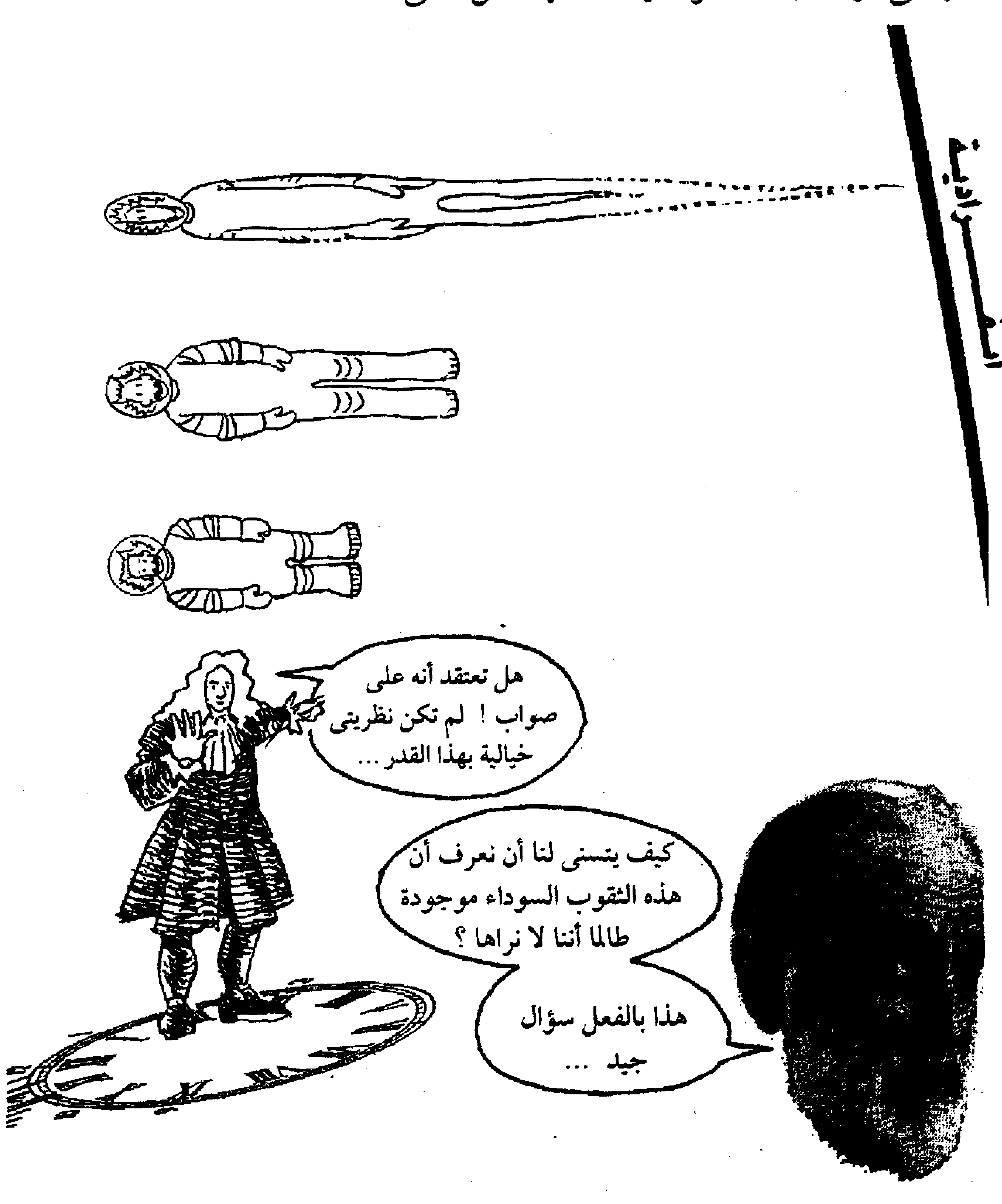
ولكن بين هاتين النقطتين عندما يكون النجم قد وصل الحدث الأفقى تماماً تكون الجاذبية قوية جداً لدرجة أنها لا تسمح للضوء بالخروج من سطح النجم ولكنها ليست على درجة القوة التى تجعل الضوء ينحنى داخل النجم، وهذا يعنى أن أشعة الضوء تحوم عند سطح النجم وهذا هو الحدث الأفقى.



ماذا يحدث إذا سقط شخص ما داخل الثقب الأسود ؟

يقوم أينشتين وعلماء النسبية بالإجابة على هذا السؤال بطريقة تفوق الخيال العلمى فبناءً على حلول أوبنهايمر وسنايدر أى شخص يدخل خلال الحدث الأفقى لابد وأن يبلغ نقطة الانفرادية بنتائج مشئومة. فسوف يخضع لعمليات شد وضغط متتالية حتى يصل إلى مركز الثقب الأسود، وحينها سيشد جسده بطريقة لا نهائية ليصبح لا نهائى الطول وينضغط سمكه وعرضه إلى الصفر مشابهاً الإسباجيتى !

وحتى ذرات جسده سوف يحدث لها نفس الشىء !

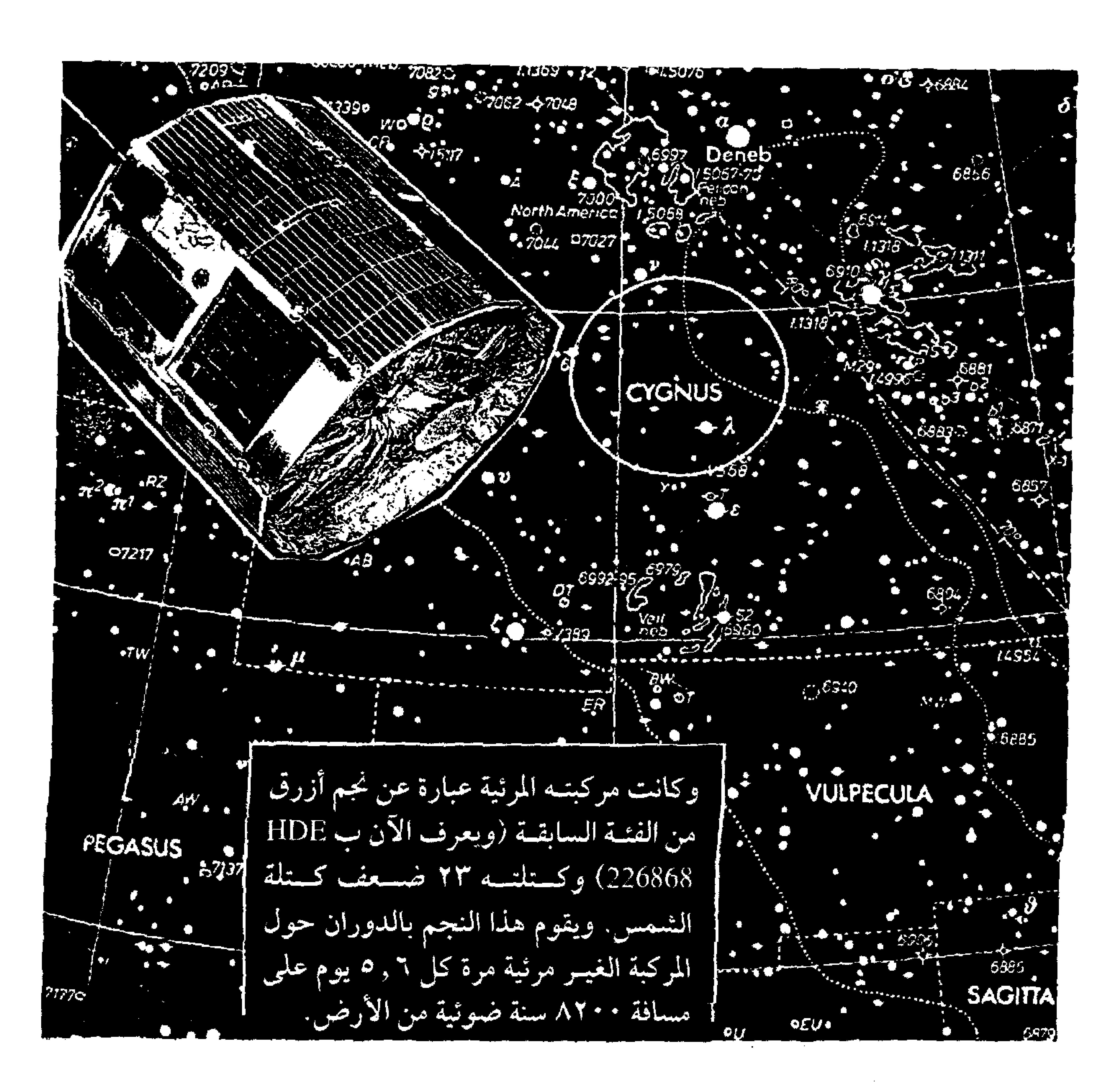


الدليل الرصدى للثقوب السوداء

ذكر ستيفن هوكنج أن هناك الآلاف والآلاف من الثقوب السوداء فى مجرة الطريق اللبنية وحدها، ولكن حتى هذا اليوم لم يتمكن أى فلكى من ملاحظة اختفاء أى نجم معروف. ولكى نقوم برصد الثقب الأسود لابد من استخدام طرق غير مباشرة مثل رصد نظام نجمى مزدوج يتكون من نجمين أحدهما مرئى والآخر غير مرئى (أى ثقب أسود). وقد كان لجون ويلر استعارة بليغة لهذا النظام.



فى ديسمبر عام ١٩٧٠ تم إطلاق قمر الأشعة السينية «أورنو» من سواحل كينيا. وكان علماء الفلك على وشك استخدام جزء آخر من الطيف الكهرومغناطيسى لاختبار السماء بدقة. وفى خلال سنتين تم التقاط ٣٠٠ مصدر للأشعة السينية. وكان أحد هذه المصادر موجوداً فى المجموعة النجمية سيجناس (والتى تسمى الآن (سيجناس X-١)) يشبه تماماً النظام النجمى المزدوج الذى كان ينتظره المتحمسون للثقب الأسود.

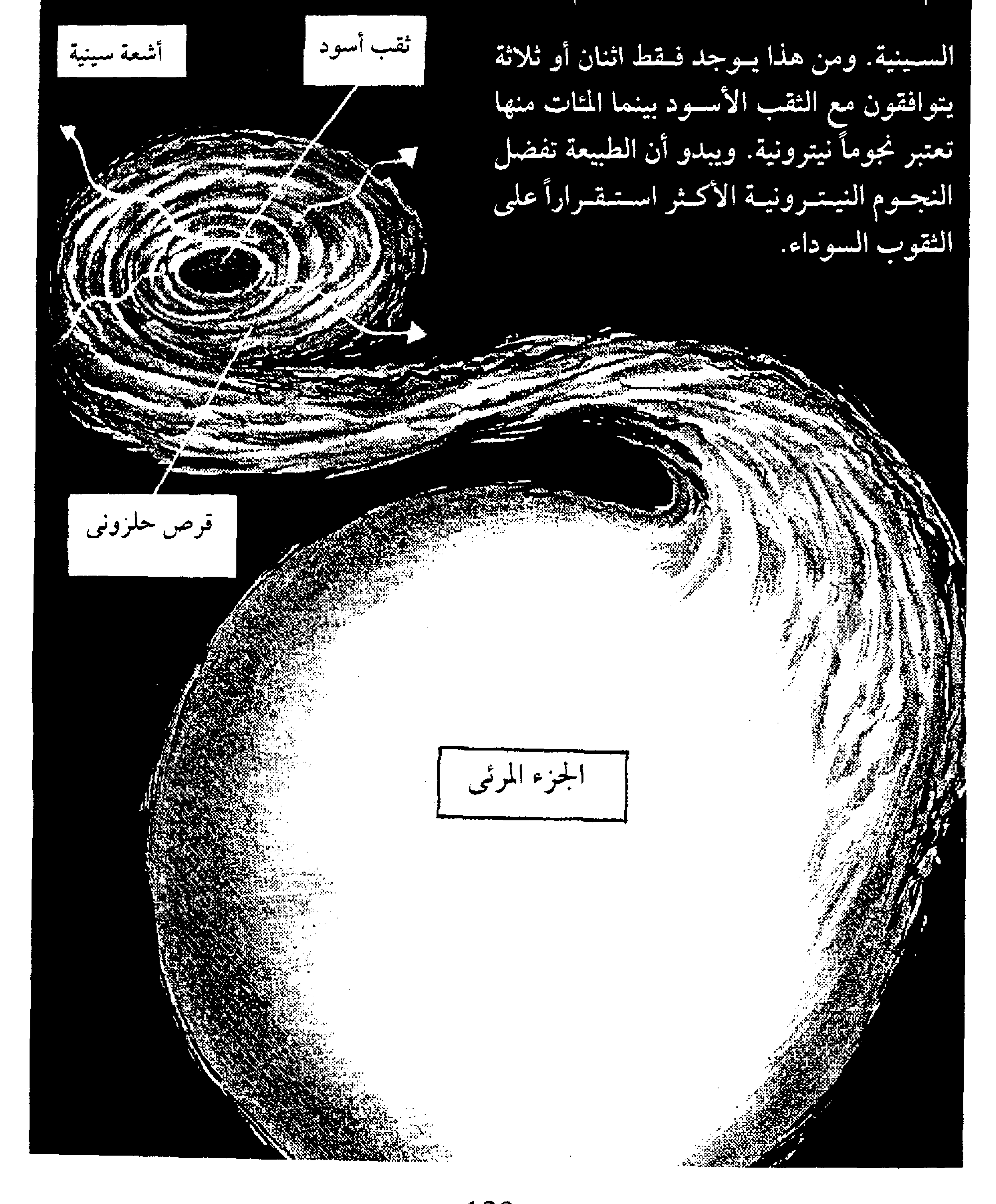


وكانت مركبته المرئية عبارة عن نجم أزرق من الفئة السابقة (ويعرف الآن ب HDE 226868) وكتلته ٢٣ ضعف كتلة الشمس. ويقوم هذا النجم بالدوران حول المركبة الغير مرئية مرة كل ٥,٦ يوم على مسافة ٨٢٠٠ سنة ضوئية من الأرض.

وبواسطة التقدير الجيد لكتلة وفترة دوران HDE 226868 تمكن علماء الفلك من حساب كتلة الجزء غير المرئى لتكون ١٠ أضعاف كتلة الشمس. وهى كبيرة جداً ولا يمكن أن تكون نجم نيترونى ، لذلك فهى ثقب أسود.

عند ذلك قام العلماء النظريون بتطوير نموذج لوصف الأشعة السينية. وقد اعتقدوا أن الثقب الأسود يقوم بمص المادة من شريكه المرئى صانعاً بذلك قرصاً إضافياً حول نفسه. وتقوم الأجزاء الداخلية الساخنة والتى تتحرك بسرعة الضوء تقريباً بعمل نبضات مفاجئة من الأشعة السينية قبل اختفاء هذا الجزء الحلزونى من الماده داخل الثقب الأسود.

ومنذ اكتشاف سيجناس X-١ تم إطلاق قمر صناعى يعمل بالأشعة السينية آخر فى عام ١٩٧٨ يسمى أينشتين. وقد قام هذا القمر برصد أكثر من ١٠٠٠ مصدر للأشعة السينية. ومن هذا يوجد فقط اثنان أو ثلاثة يتوافقون مع الثقب الأسود بينما المئات منها تعتبر نجوماً نيترونية. ويبدو أن الطبيعة تفضل النجوم النيترونية الأكثر استقراراً على الثقوب السوداء.



ويقتنع هوكنج تماماً الآن بأن سيجناس X-١ هو ثقب أسود.

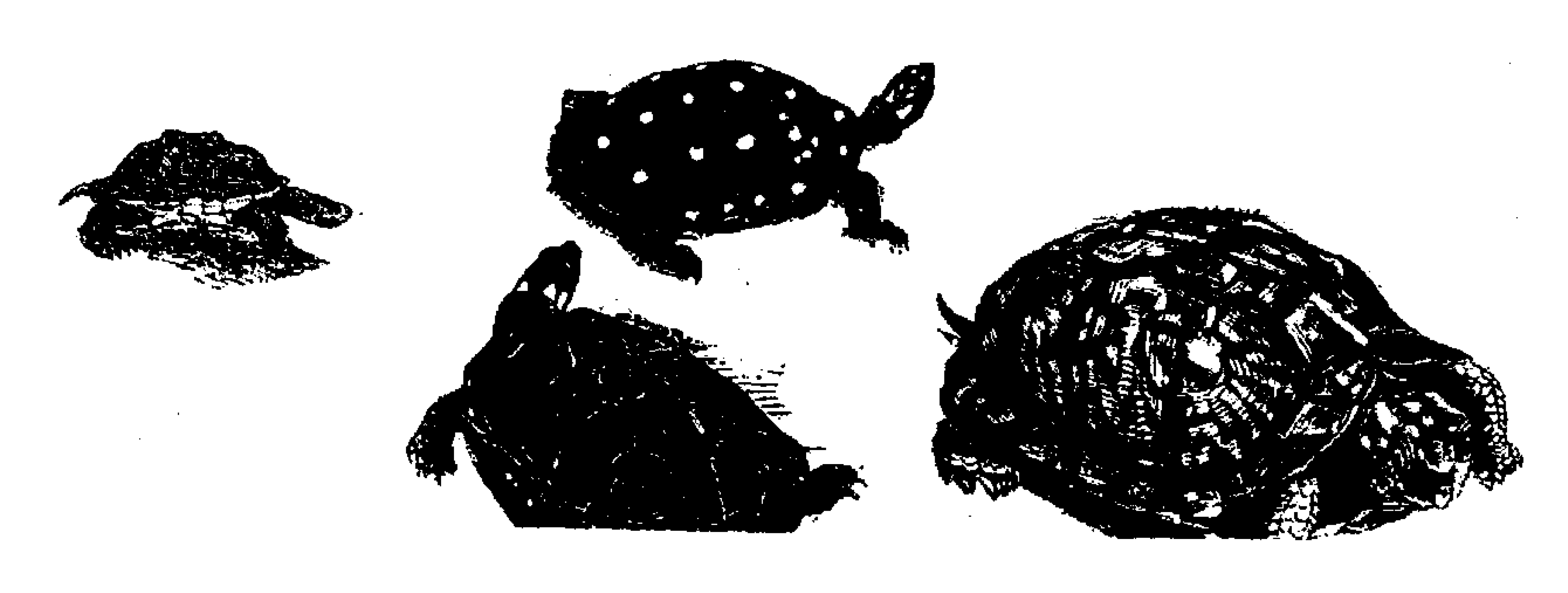


Whereas Stephen Hawking
has such a large investment in
General Relativity and Black
Holes and desires an insurance
policy, and whereas Kip Thorne lik
to live dangerously without an
insurance policy,
Therefore be it resolved that
Stephen Hawking bets 1 year's
subscription to "Penthouse" as ag
Kip Thorne's wager of a 4-year
subscription to "Private Eye", tha
Cygnus X 1 does not contain a
black hole of mass above th
Chandrasekhar limit.
Kip S. Th
Witnessed this tenth
ember 1974

نص الحوار الذى دار بين ستيفن هوكنج وكيب ثورن حول كون سيجناس X-١ ثقب أسود.

السبعينات : هوكنج والثقوب السوداء

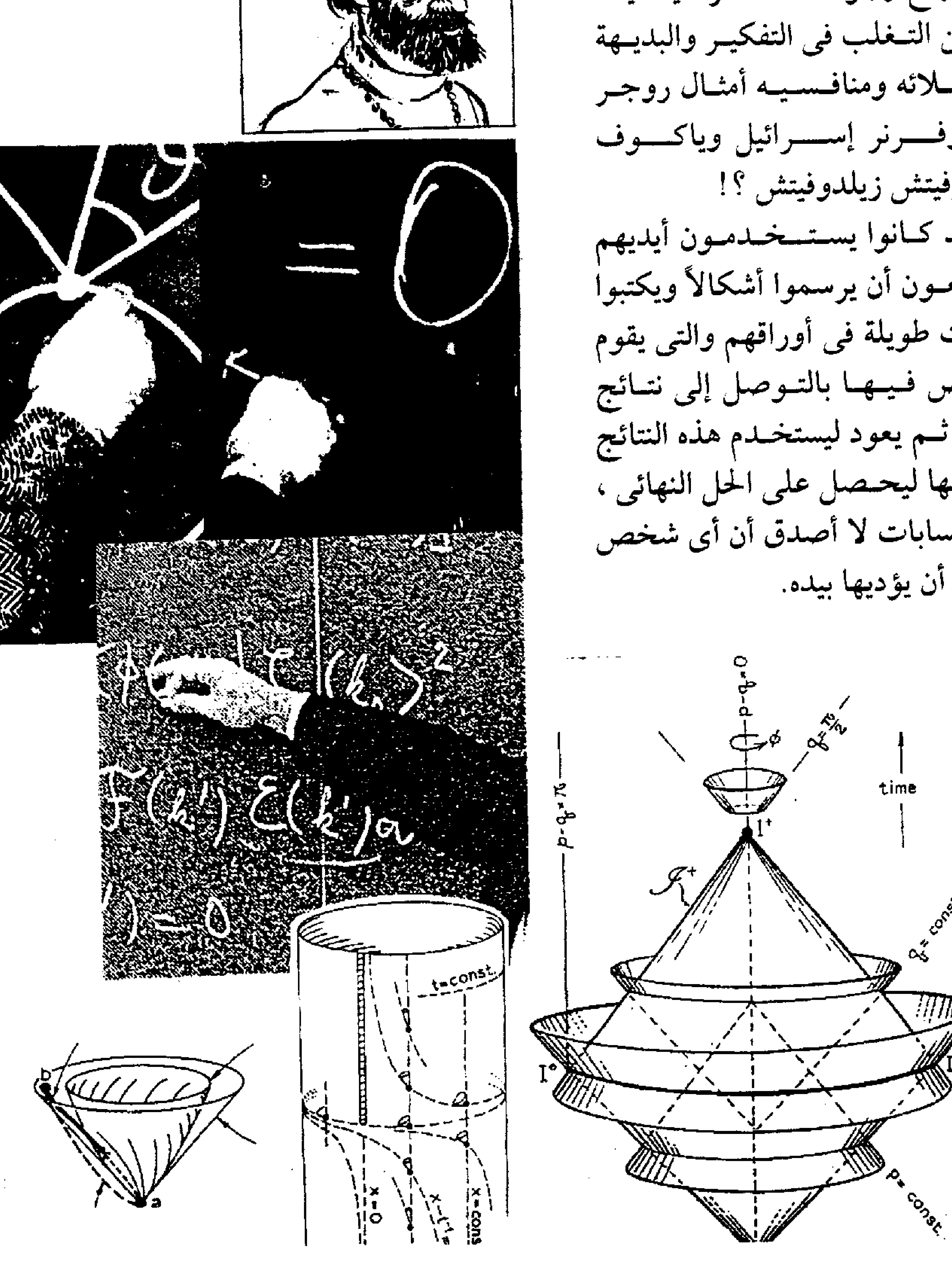
في بداية السبعينات سادت النسبية العامة والثقوب السوداء. وكان هوكنج في هذه الأحيان يحتاج إلى مشاية ذات أربع أرجل لكي يتزن في حركته. وكان يعمل باستقلال ويختار شركائه في العمل من جميع أنحاء العالم. قام هوكنج بتطبيق الأساليب الرياضية المتقدمة التي وضعها بنروز (من الطبولوجي) على خصائص الثقوب السوداء. ولم يستطع جون ويلر ومجموعته البحثية في برينستون وزيلدوفيتش ومجموعته في موسكو وكذلك كيب ثورن أحد طلاب ويلر في هذا الوقت لم يستطع كل هؤلاء مجاراة هوكنج. فقد تمكن من تسيد كل هذه الطرق الرياضية وأصبح اسمه مقروناً بالثقوب السوداء.

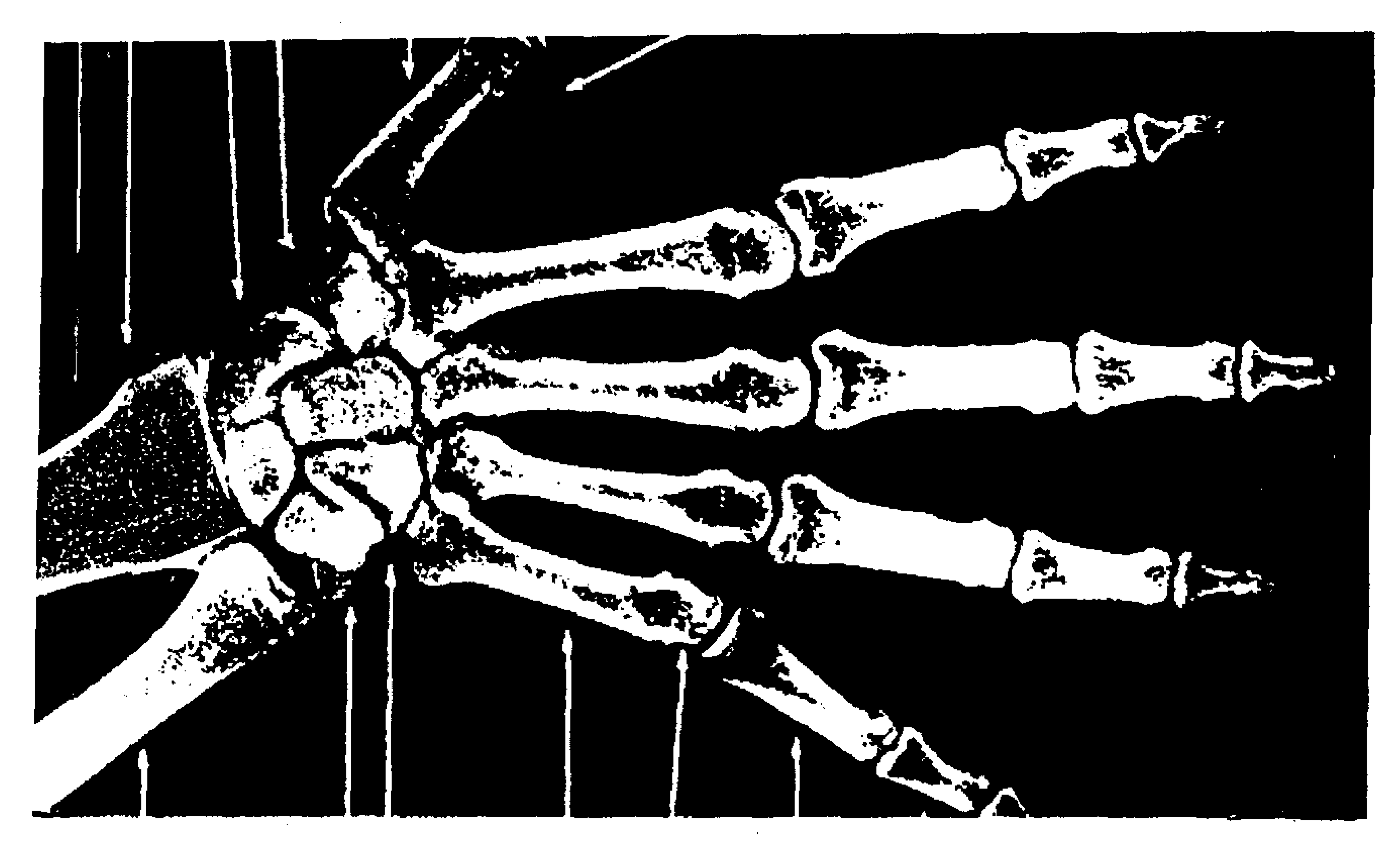


اصبح ثورن صديقاً حميماً لهوكنج ولاحظ تطوره عن قرب.

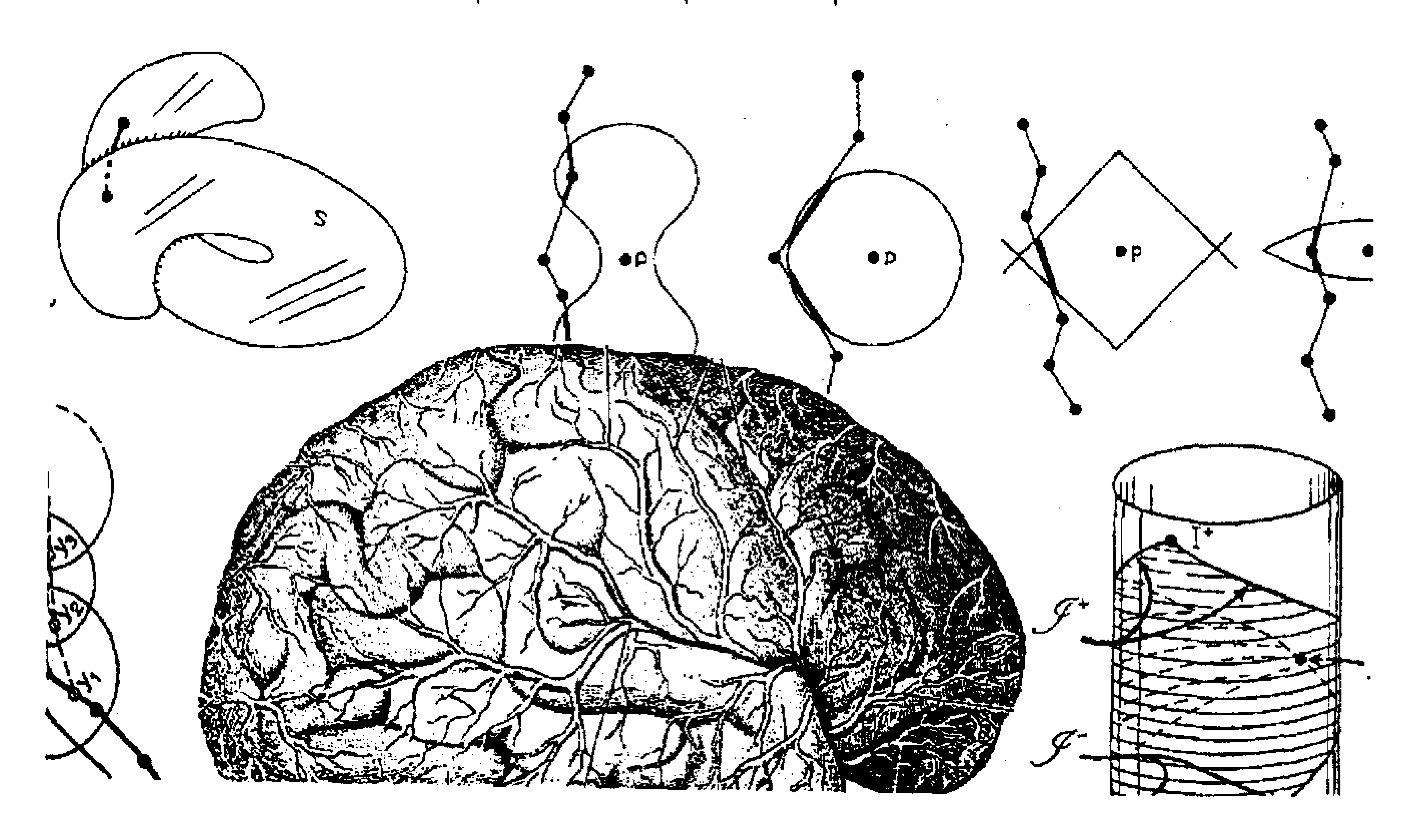
في نوفمبر ١٩٧٠ كان ستيفن يخطو أولى خطواته الواسعة كفيزيائى وكان له العديد من الاكتشافات الهامة بالفعل، ولكنه لم يكن رمزاً شائعاً. ومع بداية السبعينات لاحظنا أنه أصبح شائعاً. ومع وجود معاناته المرضية كيف تمكن من التغلب فى التفكير والبديهة على زملائه ومنافسيه أمثال روجر بنروز وفرنر إسرائيل وياكوف بوريسوفيتش زيلدوفيتش ؟!

لقد كانوا يستخدمون أيديهم فيستطيعون أن يرسموا أشكالاً ويكتبوا حسابات طويلة فى أوراقهم والتى يقوم الشخص فيها بالتوصل إلى نتائج مرحلية ثم يعود ليستخدم هذه النتائج ويدمجها ليحصل على الحل النهائى ، وهى حسابات لا أصدق أن أى شخص يستطيع أن يؤديها بيده.





ولقد اتضح أن أشكال ومعادلات هوكنج العقلية مفيدة جداً وفعالة فى بعض الحالات وأقل فاعلية فى بعض الحالات الأخرى، وبالتالى لقد تعلم تدريجياً كيف يقوم بالتركيز فى المشاكل التى يمكن أن تحل بفاعلية تامة باستخدام طرقه الرياضية. ومع بداية السبعينات كانت أيدى هوكنج قد شلت لدرجة أنه لا يستطيع أن يرسم شكلاً ولا حتى يكتب معادلة. وبذلك كان عليه أن يقوم بإكمال بحثه كله فى رأسه. ولكن لأن شلل يديه كان تدريجياً فقد كان لهوكنج الفرصة الكافية لكى يتحول تدريجياً ويدرب عقله على التفكير بأسلوب مختلف عن عقول علماء الفيزياء الآخرين. وكان يفكر فى أنواع جديدة من الأشكال العقلية البديهية والمعادلات العقلية التى تحل محل الرسم باستخدام الورقة والقلم وكتابة المعادلات بالنسبة له.



لحظة الإلهام عند هوكنج

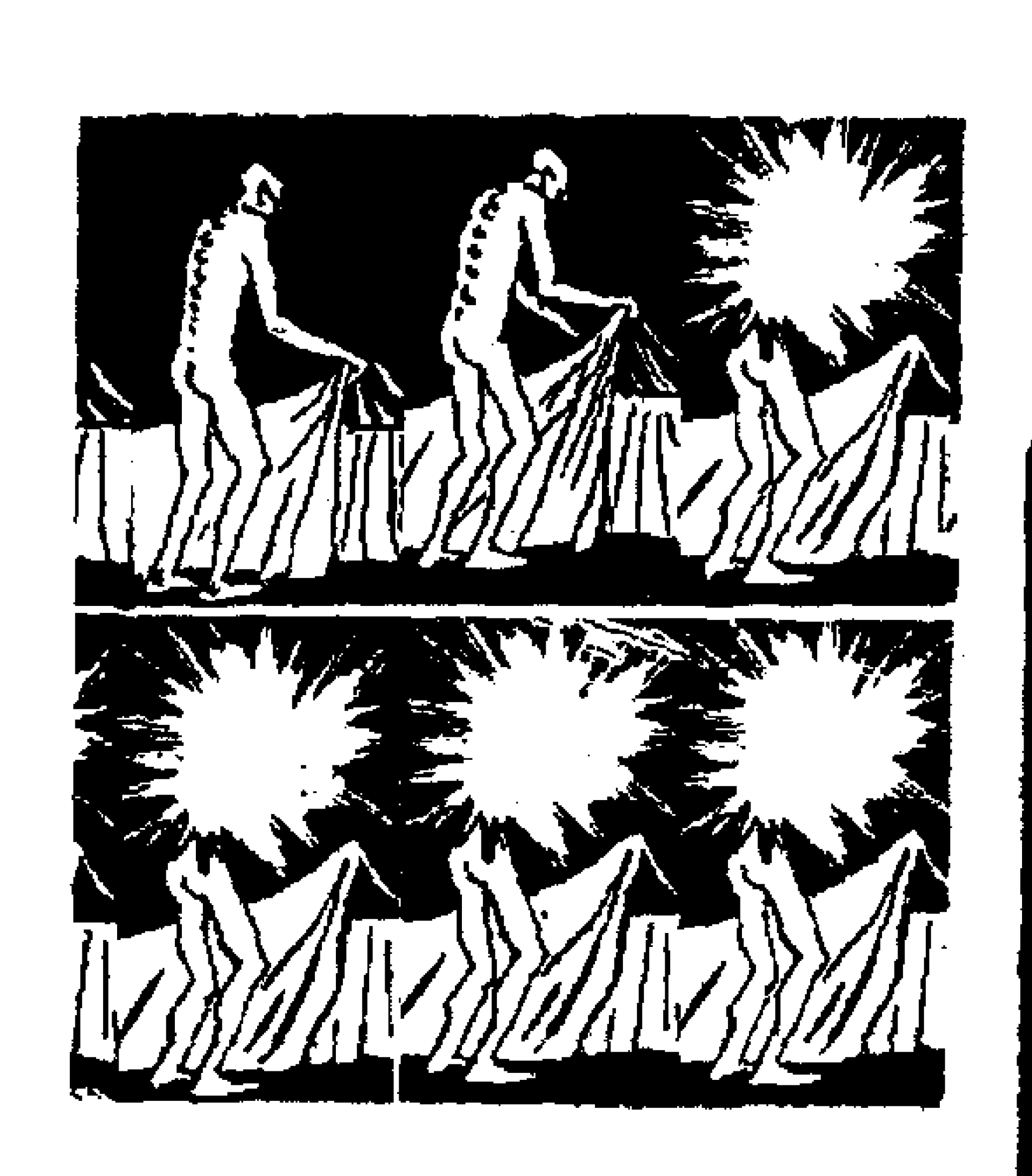
واحدة من المشاكل التى استخدم هوكنج فيها الصور العقلية ليتصورها كانت دراسة المساحة السطحية للثقوب السوداء، والتى بدأت كمشكلة خفية فى ديناميكا الثقوب السوداء ثم أدت إلى أعظم اكتشاف فى الفيزياء. ومثلما تذكر أينشتين أسعد تفكير له يستطيع هوكنج أن يتذكر بالضبط ماذا كان يفعل عندما أتت إليه جرثومة أفضل الأفكار.

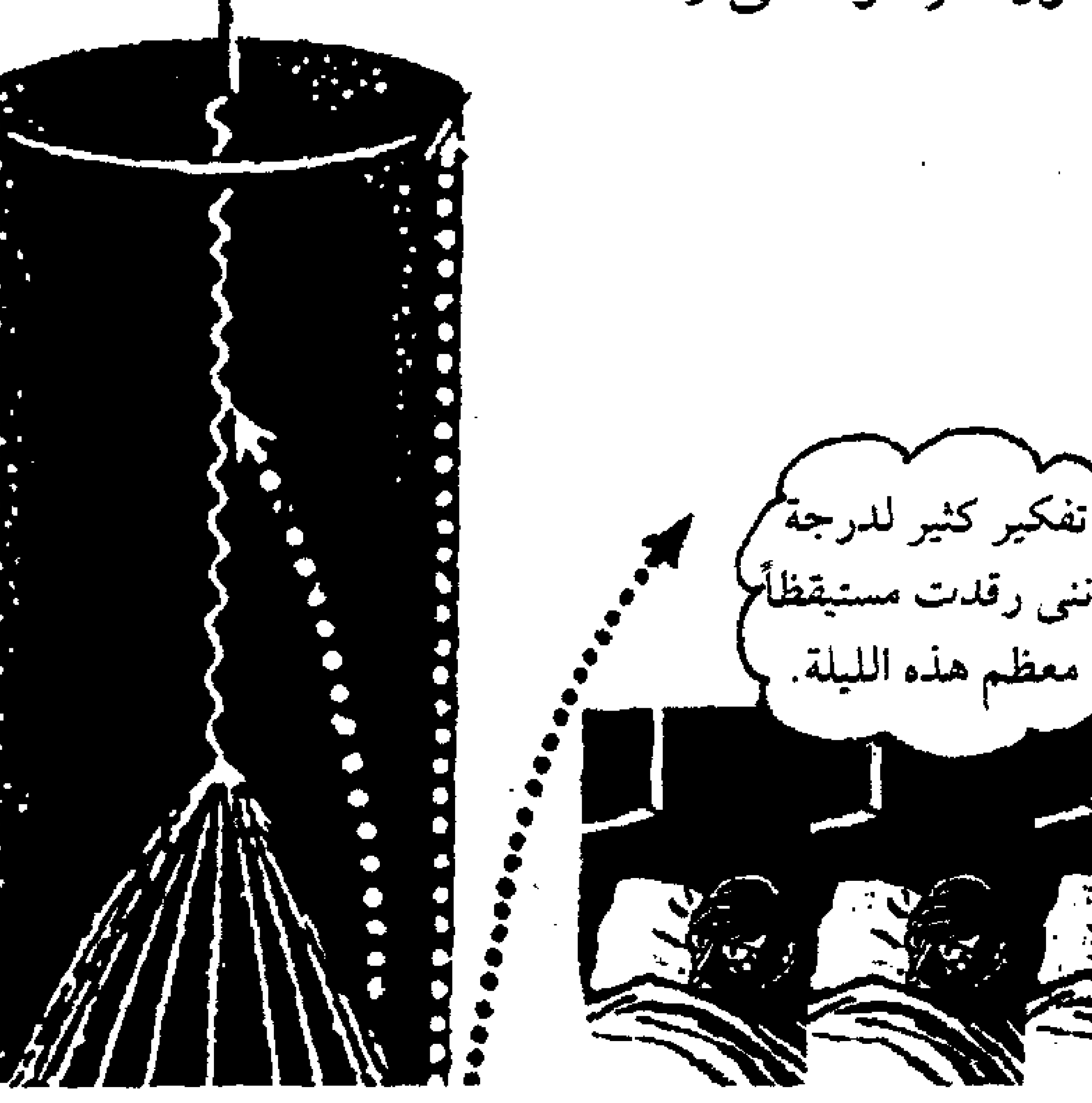


فى أحد الليالى فى نوفمبر عام ١٩٧٠ بعد مولد ابنتى لوسى بقليل كنت قد بدأت فى التفكير حول الثقوب السوداء حينما أويت إلى فراشى. وقد أدى عدم قدرتى على التحرك إلى جعل هذا التفكير يسير ببطء لذلك أخذت وقتاً طويلاً.

لقد لمعت فى رأسه فكرة أن مساحة سطح الثقب الأسود لا يمكن أن تقل أبداً، مع الأخذ فى الاعتبار مسار أشعة الضوء التى تحوم عند الحدث الأفقى لثقبين أسودين.

ولم يكن يحتاج للورقة والقلم ولا حتى للكمبيوتر فقد كانت الصورة مرسومة فى رأسه.







ربما لا تبدو هذه الجملة استثنائية حيث إنه لا يمكن أن يخرج أى شيء من الثقب الأسود ويمكن لأى شيء الدخول فيه. فكيف يمكن أن يقل حجم الثقب الأسود ؟ ولكن فكرة هوكنج كانت أكثر عمومية من ذلك، حتى لو التقى ثقبان واندمجا تكون المساحة الكلية دائماً أكبر من ١ أو تساوى على الأقل مجموع مساحتى الثقبين معاً. وقد نشر نتائجه هذه.

مساحة سطح الثقب الأسود يمكن أن تزداد فقط أو تبقى كما هى، ولكنها لا يمكن أن تقل.

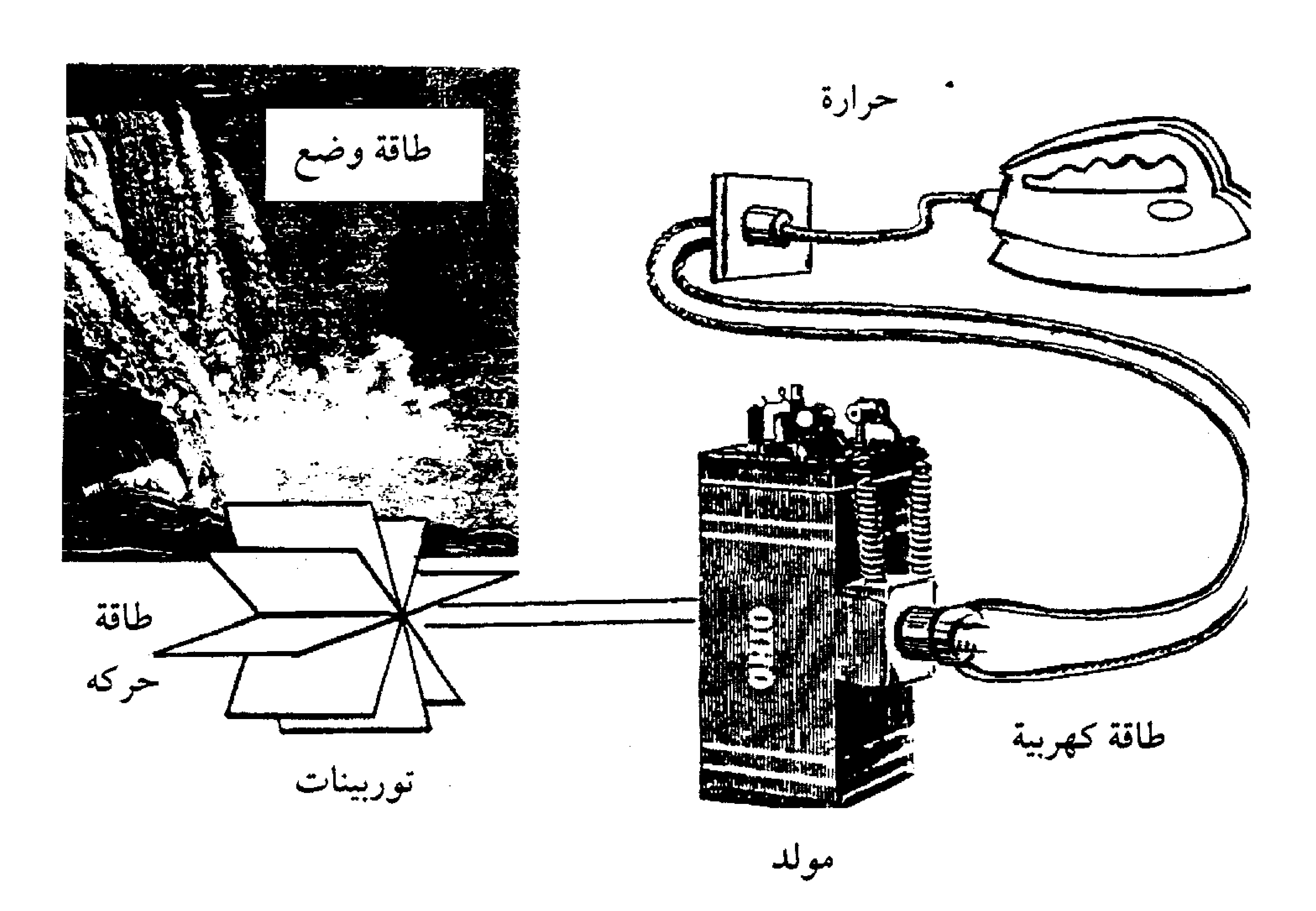
قانون هوكنج لزيادة المساحة

هذه الجملة ... لا يمكن أن تتناقص ... جعلت العلماء يفكرون فى الحال فى الانتروبى (مقياس عدم الانتظام) الذى يظهر فى القانون الثانى للديناميكا الحرارية : الانتروبى لأى نظام يمكنه فقط أن يبقى ثابتاً أو يزداد ولكنه لا يمكن أن يتناق ... ان النظام معزولاً وتُرك ليصل إلى الاتزان).

هذا القانون له تاريخ شيق جداً وبالفعل هو شىء تحتاج لمعرفته

قوانين الديناميكا الحرارية

خلال القرن التاسع عشر تم تطوير مجموعة من العلاقات الرياضية بواسطة علماء الكيمياء والجيولوجيا والفيزياء والتى أدمجت العديد من المبادئ المتباينة فى قوانين قوية قليلة . وقد تم توضيح أن أشياء مثل الحرارة وطاقة الحركة هى عبارة عن صور مختلفة لنفس الشىء (الطاقة) التى استخدمت بالفعل فى وصف التأثيرات الكهربية والكيميائية والمغناطيسية. الطاقة الكلية المتاحة فى الكون (أكبر الأنظمة المعزولة) ثابتة ويمكن أن تتحول من صورة لأخرى . هذا هو نص القانون الأول للديناميكا الحرارية



والقانون الثانى للديناميكا الحرارية أكثر بساطة فى مظهره ولكنه عميق فى معناه. وقد وضح هيرمان فون هيلمهولتز فى محاضرة ألقاها عام ١٨٥٤ أنه بمرور الوقت تتحول كل الطاقة إلى حرارة عند درجة حرارة منتظمة وعندها تتوقف كل العمليات الطبيعية. وهذا هو مبدأ الموت الحرارى للكون المبنى على مبدأ تبديد الطاقة.

وهناك طريقة أخرى لتعريف هذا المبدأ اقترحها عالم الفيزياء الألمانى رادولف سليزيوس فى عام ١٨٦٥ .



وقد وضح أن الانتروبى الكلى لنظام ما يزداد دائماً كلما انتقلت الحرارة من جسم ساخن إلى آخر بارد. وهو يزداد أيضاً مع تحول الطاقة الميكانيكية إلى طاقة داخلية (حرارية) كما فى بعض عمليات التصادم والاحتكاك.

وقد تم تعريف الانتروبى بطريقة أكثر عمومية بواسطة عالم الفيزياء الأسترالى لدويج بولتزمان فى ١٨٧٨ .



ومن الممكن الآن تعريف مبدأ تبديد الطاقة (أو القانون الثانى للديناميكا الحرارية) بطريقة أكثر بساطة : يميل أنتروبى النظام المعزول دائماً إلى الازدياد، ماذا يعنى ذلك ؟ يعنى ذلك أن الحرارة لا تنتقل بنفسها من الجسم الساخن إلى الجسم. ولكنها تقوم بإنقاص الأنتروبى للنظام ولذلك فهى محرمة بواسطة القانون الثانى للديناميكا الحرارية. هذا القانون يخبر الوقت أى المسارات يسلكها.

ما أهمية القانون الثانى للديناميكا الحرارية ؟ فيجب ألا يقل شيوع هذا السؤال بيننا عن أحد مولفات وليام شكسبير كما أشار الكاتب سنو فى كتابه الشهير «الحضارتين والثورة العلمية».



والآن نعود للثقوب السوداء ...

عندما تصل الأجسام إلى اتزان حرارى يكون لها درجة حرارة، وبالتالى يجب أن تطلق إشعاعاً حرارياً، أى تتبادل الطاقة مع المحيط من حولها.

ولكن كل واحد يعرف أن الثقب الأسود لا يشع أى شىء. وهذه هى الخاصية المعروفة للثقب الأسود. لذلك يمكن أن يدخل أى شىء فى الثقب الأسود ولكن لا يمكن أن يخرج أى شىء منه ولا حتى الضوء أو أى إشعاع آخر.



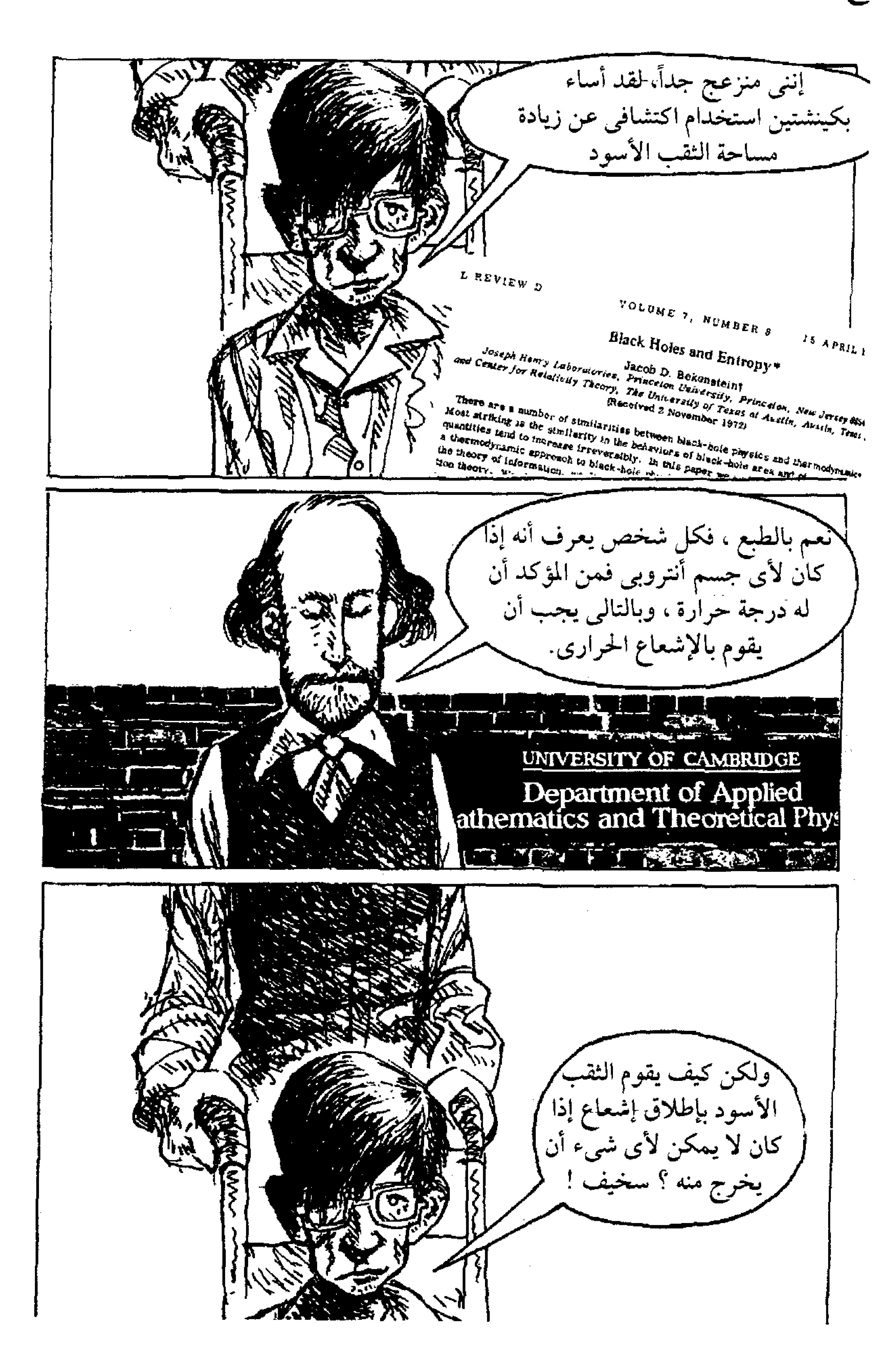
كان هذا حتى بدأ أحد طلاب الدراسات العليا الذى يعمل مع جون ويلر يسبب المشاكل.

المولد البحثى لفكرة جديدة

هذا هو الحوار الذى دار بين جون ويلر وأحد طلاب الدراسات العليا يعقوب بكينشتين فى برينستون فى نيوجيرسى.



نعود فى غضون ذلك إلى قسم الرياضيات التطبيقية والفيزياء النظرية حيث يتحدث هوكنج وبرانسون كارتر عن بحث بكينشتين.



أغسطس ١٩٧٢ ،
مدرسة لوهاتش الصيفية فى فيزياء الثقوب السوداء

فى سفح جبال الألب الفرنسية اجتمع هوكنج وجيمس باردين وبراندون كارتر ووحّدوا قواهم من أجل استنتاج المجموعة الكاملة للقوانين التى تحكم تطور الثقوب السوداء من معادلات النسبية العامة. وعندما انتهوا كانوا قد وضعوا مجموعة من قوانين تكوين الثقوب السوداء التى تتشابه إلى حد مذهل مع قوانين الديناميكا الحرارية.

الانتروبى = ثابت X مساحة سطح الثقب الأسود $S = K_1 A$

درجة الحرارة = ثابت X الجذب السطحى للثقب الأسود $T = K_2 G$



وفى غضون ذلك كان يعقوب بكينشتين طالب الدراسات العليا ما زال مقتنعاً بأن الثقوب السوداء لها أنتروبى.



وبعد هذه المدرسة استمر بكينشتين فى تعريف مساحة سطح الثقب الأسود على أنه هو الأنتروبى فى المجلات العلمية. ولكنه لم يؤكد أن الثقوب السوداء لها درجة حرارة أو أنها يجب أن تطلق إشعاعاً لقد كان بكينشتين متوافقاً مع قوانين الديناميكا الحرارية.

وعلى الجانب الآخر استمر هوكنج فى مهاجمة استنتاجات بكينشتين ولكنه ازداد فى الحيرة.



لقد تم إجراء كل الحسابات على الثقوب السوداء باستخدام التقريب المبنى على النسبية العامة وهو صحيح بالنسبة للأجسام الكبيرة. هذه التقريبات تجاهلت أى تأثيرات كمية (مبنية على نظرية ميكانيكا الكم) ، والتى بالتأكيد تبدو ذات تأثيرات متجاهلة بالنسبة للثقوب السوداء.



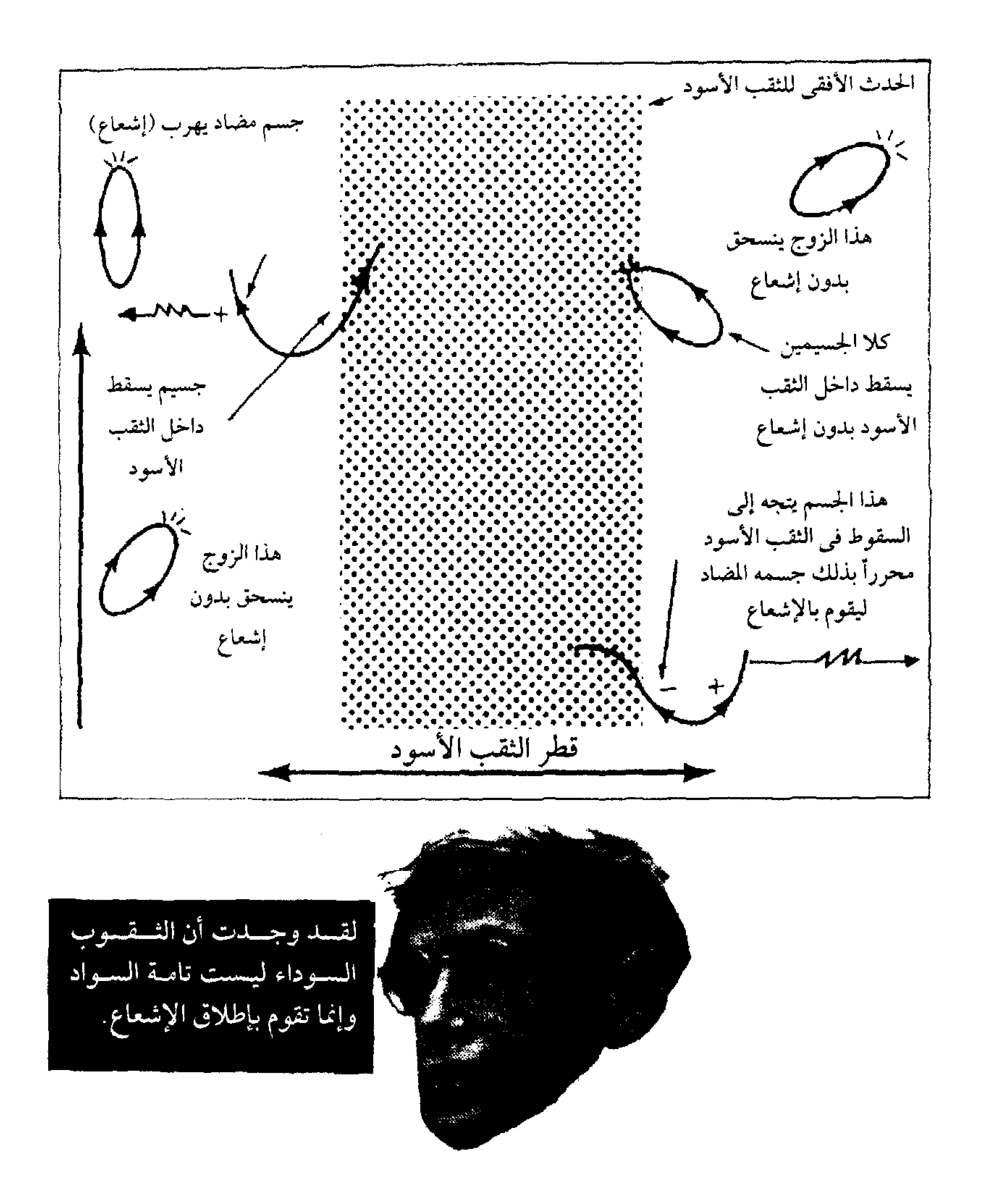
لقد حان الوقت لشىء تحتاج لمعرفته.

مبدأ اللايقين والجسيمات المفترضة

ينص مبدأ اللايقين، كما وضعه فيرنر هايزنبرج فى عام ١٩٢٧ ، على أن هناك حدوداً لإمكانية ملاحظة الكميات الفيزيائية (مثل المكان وكمية التحرك والطاقة وحتى الزمن) بدقة. وهذه ليست حدوداً مرتبطة بأدوات القياس ولكنها حدود مميزة متأصلة فى الكون الذى لا يظهر أى كمية بدقة مطلقة. وإذا أخذنا فى اعتبارنا الفضاء الخارجى، نظن أنه لا يحتوى أى شىء على الإطلاق وبالتالى ليس له طاقة. ولكننا لا يمكن أن نكون متأكدين من هذه الطاقة الصفرية بسبب نفس هذا النقاش، فربما إذا أمعنا البحث نستطيع أن نجد أى طاقة، على الأقل لوقت قصير.



وقد أخذ هوكنج فى اعتباره ما يمكن أن يحدث عند سطح الثقب الأسود (أى عند الحدث الأفقى) حيث يتفاعل المجال الجذبى القوى مع هذه الأجسام الوهمية. وقد أدمج ميكانيكا الكم والنسبية العامة لأول مرة فى حسابات واحدة. وما وجده كان رائعاً تماماً.



وقد بدا أن الجاذبية الشديدة تجذب أحد الجسيمات (ذو الطاقة السالبة) إلى داخل الثقب الأسود وتنقص طاقة الثقب الأسود كنتيجة لذلك بينما تترك الآخر (ذو الطاقة الموجبة متحرراً فى صورة إشعاع والذى يمكن التقاطه بواسطة راصد خارجي.

وأكثر مظاهر هذه النتيجة روعة هو طبيعة الإشعاع فى الثقوب السوداء . فهى لها طيف إشعاع حرارى تام. وهذا يعنى أن هذه الثقوب السوداء تعتبر مثل أى جسم آخر فى الكون. وقد اتضح من ذلك أن الثقب الأسود لم يكن له انتروبى فقط ولكن أيضاً له درجة حرارة ويخضع لقوانين الديناميكا الحرارية التى وضعت فى نهاية القرن التاسع عشر. وقد استخدم الكاتب العلمى دينيس أوفرباى فى كتابه عن علم الكونيات الحديث «القلوب المنعزلة للكون» استعارة فعالة لوصف أحاسيسه تجاه اكتشاف هوكنج.



ظهر هذا وكأنما وجد هوكنج محركاً بخارياً قديماً داخل سيارة فيرارى حديثة.

وقـد أُسِر فـريمـانِ دايزون (وهو أحـد أفضل علـماء الرياضـيـات فى العـالم) بالنظرية الجديدة التى وضـعها هوكنج وكتب مـقالة بعد زيارة هوكنج لمعـهد الدراسات المتقـدمة فى برينستون.



وقد كره هوكنج أن ينشر أفكاره الجديدة واقتصرت معرفتها على بعض الرفاق القلائل. وقد قابل دينيس سكياما الذى أتى إلى كامبريدج من أوكسفورد لميعاد مع أحد تلاميذه السابقين وهو مارتن ريس والذى كان وقتها فى معهد الفلك فى كيمبردج.



فبراير ١٩٧٤ ، معمل راذرفورد - أبيلتون، أوكسفورد

المدير جون تايلور أستاذ الرياضيات المعروف ومؤلف كتاب شهير فى الثقوب السوداء يقدم هوكنج.



بعد ذلك خرج تايلور هائجاً من الجلسة وجلس هوكنج مصدوماً فى سكون. وكان يعرف أن محاضرته ستلقى الكثير من الجدل ولكنه لم يتوقع أبداً شيئاً مثل هذا.

وبعد شهر من هذه المقابلة قام هوكنج بنشر بحث فى هذا الإشعاع الجديد تحت اسم «انفجارات الثقوب السوداء» فى مجلة الطبيعة Nature.

وقد أصبح هذا البحث هو موضوع النقاش فى كل أقسام الفيزياء فى كل مكان وصاحبه العديد من الشكوك.

وبعد أربعة أشهر قام تايلور وبول دافيس بنشر رد سريع فى نفس المجلة، هل تنفجر الثقوب السوداء فعلاً ؟

Black hole explosions?

QUANTUM gravitational effects are usually ignored in calculations of the formation and evolution of black ... The justification for this is that the radius of curvatur... time outside the event horizon is very large co... the Planck length $(G\hbar/c^3)^{1/2} \approx 10^{-33}$ cm, the len... which quantum fluctuations of the metric are ...

$$b_i = \sum_j \{\bar{\alpha}_{ij} a_j - \bar{\beta}_{ij} a ...$$

$$p_i = \sum_j \{\alpha_{ij} f_j + \beta_{ij} ...$$

$$< 0_- | b_i^+ b_i | 0_- > = ...$$

The author is very grateful to G. W. Gibb... and help.

S. W. HAWKING
Department of Applied Mathematics and Theoretical ...
and
Institute of Astronomy
University of Cambridge

Received January 17, 1974.

Do black holes really ex...

THE creation of particles out of ... regions of space-time where the ... Theoretical discussions of this proc... tational difficulties, however, becau... is only well understood in Minkow... some simple cases, for example with ... cosmologies, or of black holes of t... type, the existence of a global timel... very plausible extension of the Mink... particle. A number of exact results m... these results (ref. 1, and C. J. Isham ...

P. C. W. DAVIES
J. G. TAYLOR
Department of Mathematics,
King's College London, Strand,
London WC2, UK

Received March 5, 1974.



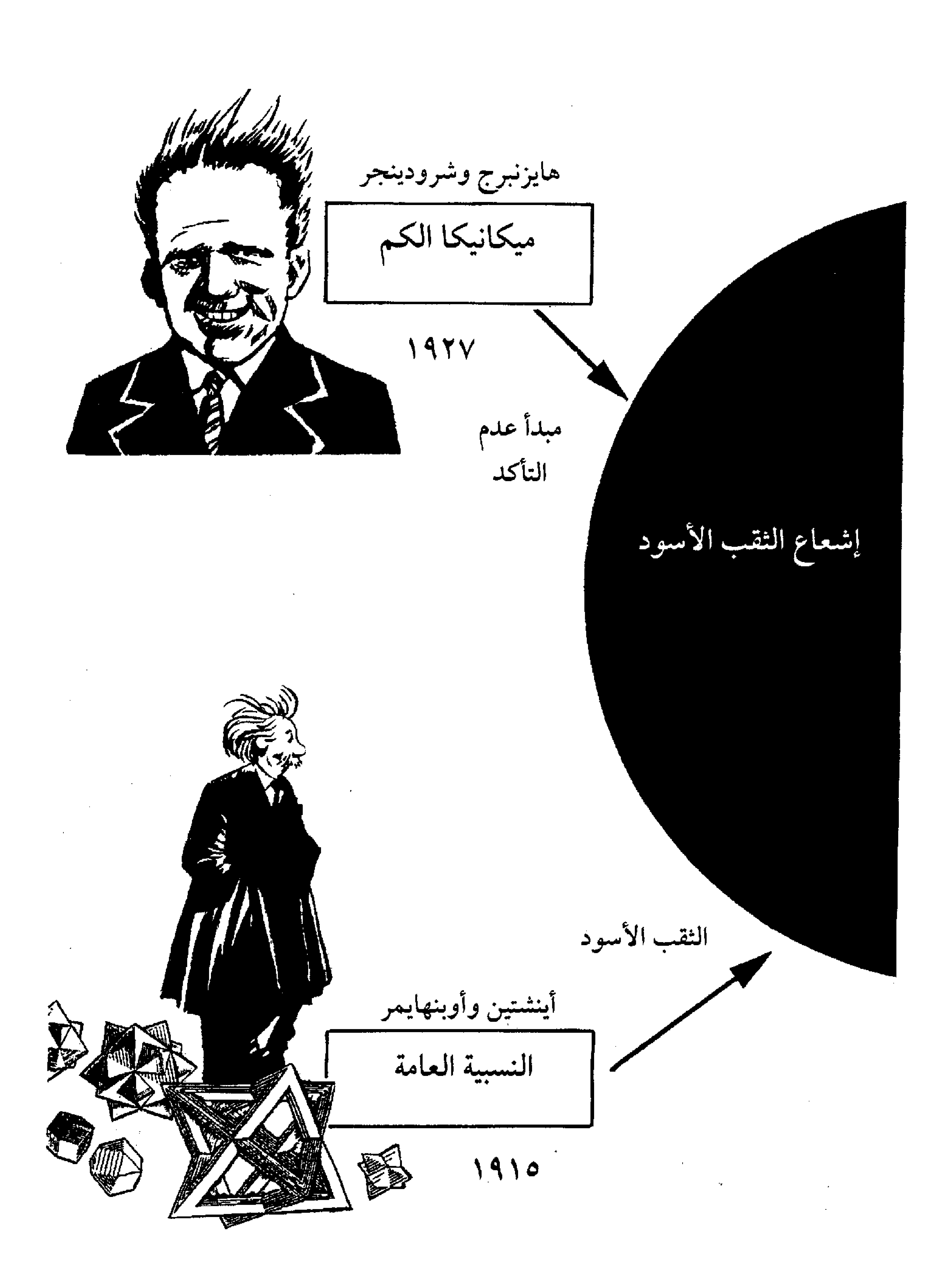
قـام فريمـان دايزون بمقارنة الصـيغ التى وضـعهـا «هوكنج» بنظرية «مـاكس بلانك» فى عام ١٩٠٠ والتى أدت إلى ظـهور نظرية الكم.

وقد كـتب هوكنج معـادلة تشبه مـعادلة بلانك وهى S=KA حيث S هو الأنتروبى للثـقب الأسود وA هى مساحة سطحه أما K فـهـو ثابت. ولكن مـا مـعنى قـولنا بأن الأنتـروبى والمسـاحـة هـمـا نفس الشىء ؟ ونحن بعـيـدون عن فهم هذه المـعادلة تمامـاً كمـا كان بلانك بعيـداً عن فهم نظرية الكم فى عام ١٩٠٠ .

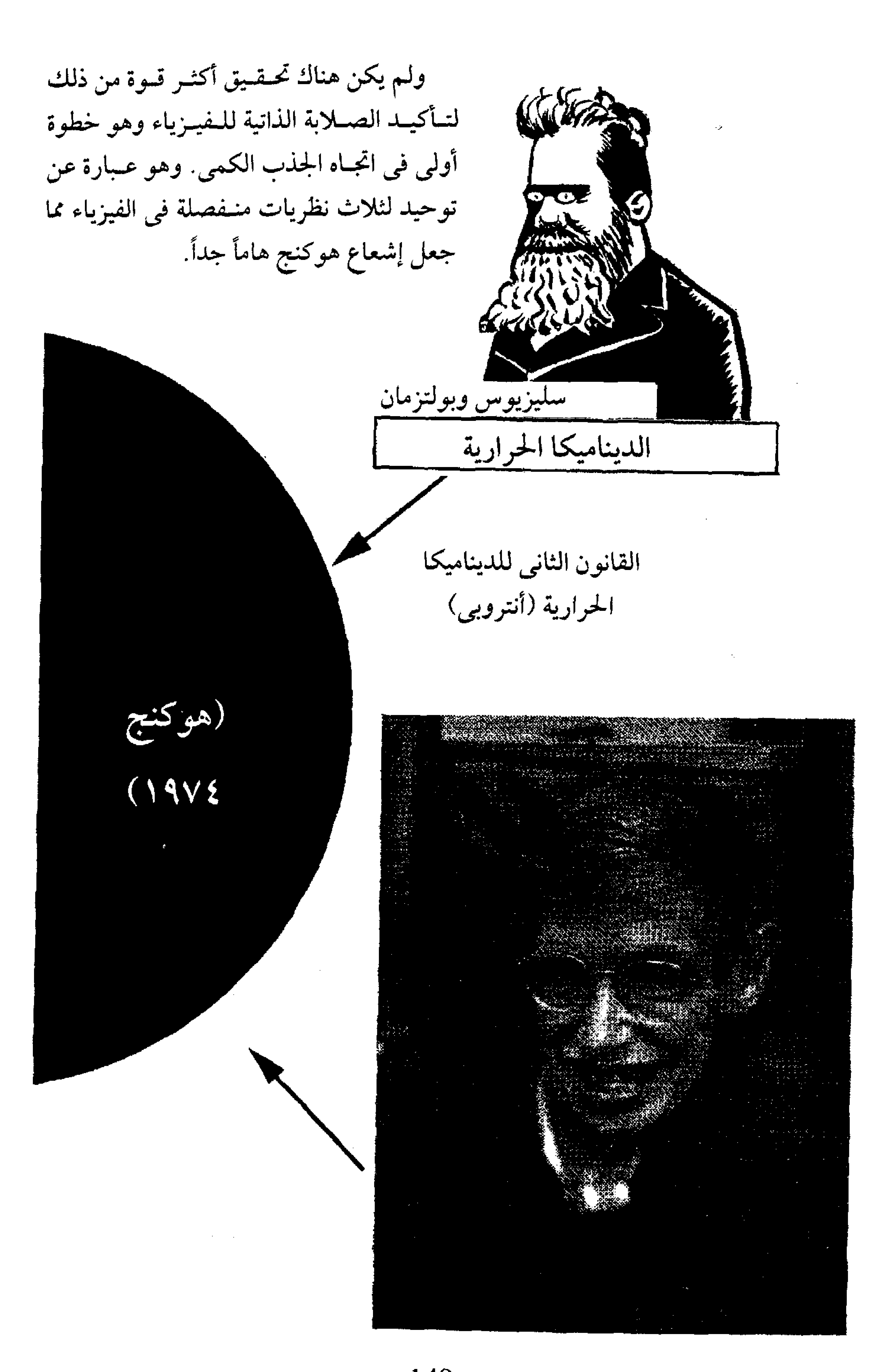
كل مـا نسـتطيع قـوله بالتـأكـيـد هو أن سـؤال هوكنج هـو حل للغـز الثـقـوب السوداء. ويمـكن أن نكون متأكـدين من أن هذا سيكون هو المبدأ الأساسى للنظرية التى جـمـعت الـنسـبـيـة العـامـة ونـظرية الكم والديناميكا الحرارية مع بعضهم.

ربما تكـون أفـضل طريقـة للنـظر إلى اكتـشاف هوكنج باستـخدام شبيه تاريخى. فى عـام ١٩٠٠ قـام بلانك بكتـابة المعـادلة E=h U حـيث E هى طاقة الموجـة الضوئية وU هو ترددها أما h فهو ثابت يسمى ثابت بلانك. هذه المعادلة كانت بداية نظرية الكم ولكنهـا فى عـام ١٩٠٠ لم يكن لهـا مـعنى فيزيـائى ، لقد بدأ يكون لها معنى فـقط بعد خمس وعشـرين عاماً عندما تم استـخـدامها فى النظرية التى نسميها الآن بنظرية الكم.




هايزنبرج وشرودينجر
ميكانيكا الكم
١٩٢٧
مبدأ عدم
التأكد
إشعاع الثقب الأسود
الثقب الأسود
أينشتين وأوبنهايمر
النسبية العامة
١٩١٥

ولم يكن هناك تحقيق أكثر قوة من ذلك لتأكيد الصلابة الذاتية للفيزياء وهو خطوة أولى فى اتجاه الجذب الكمى. وهو عبارة عن توحيد لثلاث نظريات منفصلة فى الفيزياء مما جعل إشعاع هوكنج هاماً جداً.



وقد أتى التعرف على أهمية أعماله سريعاً. فبعد أسابيع قلائل من نشره البحث عن إشعـاع الثقوب السوداء تسلم أعلى تكريم بـريطانى. وفى عمر ٣٢ عاماً أصبح زمـيل الجمعية الملكية وهو المنصب الذى جـعله فخوراً جداً بالفعل.

وبعد ذلك بقليل تمت دعوة هوكنج لقضاء عام بأكمله خارج كيمبردج فى كالتك فـى باسادينا لدراسة علم الـكونيات مع عالم النـظرى الأمريكى كيب ثورن



وقـد تسلم هـوكنج إثناء إقامته فى كاليفورنيا خطاباً من الفاتيكان فى رومـا يخبره بأنه تم اختياره بواسطـة الأكاديمية البـاباوية لمنحة مـيـدالية البـابا بولس العاشر.

وبطريقـة غـريبـة بدأ هذا التكريم فى إبعاده عن الثقوب السـوداء، وجـعله يتـجـه إلى البحث فى بـداية الكون وكان هذا للأمر بالغ الأهمية بالنسبة للكنيسة الكاثوليكية الرومانية.

هوكنج والفاتيكان ـ جاليليو العصر الحديث

إن الكنيسة الكاثوليكية الرومانية لها اهتمام قوى فى النظريات العلمية عن السماء. وقد رعت الكنيسة على مر القرون التدريس العلمى لمبادئ أرسطو والنظام السماوى الذى وضعه البطالمة والذى وضع الأرض والإنسان فى مركز الكون. وفى عام ١٦٠٠ تم حرق جيوردانو برونو الذى كان ينشر مبادئ كوبرنيكوس عن مركزية الشمس والتى تقول بأن الشمس وليست الأرض هى التى فى مركز الكون.



وقـد كيّف الفـاتيكان تصـوراً أكثـر رقة فى التـعامـل مع الأشخـاص الذين يقومـون بالإجابة على الأسئلة الكونية. ويبـدو الآن أنهم يسعون إلى التـودد إلى سـتيفن هوكنج وهو أحد علماء الكونيات، ترى لماذا ؟



لقد سارعت الكنيسة بقبول هذه الفكرة بناء على قواعد الفاتيكان. وفى ٢٢ نوفمبر ١٩٥١ فى افتتاح اجتماع الأكاديمية البابوية للعلوم، صرح البابا بولس الحادى عشر، بأن فكرة لامايتر تتوافق مع مبدأ الخلق الكاثوليكى. وكنتيجة لذلك كان أى عالم يدعم الانفجار العظيم يعتبر بالتأكيد صديقاً لروما.





ومع نهاية السبعينات تحقق هوكنج من أن النسبية العامة لايمكن استخدامها فى وقت الانفجار العظيم، وذلك بسبب مبدأ عدم التأكد، وبدأ فى استكشاف إمكانية دمج النسبية العامة وميكانيكا الكم. وقد بدأ بالتفكير مثل الهرطوقى ...

ولكنه عاد إلى روما عام ١٩٨١ إثر دعوة لمؤتمر فى علم الكونيات تحت رعاية الفاتيكان . وفى ذلك الحين كان لديه مساحة بحث جديدة ، ألا وهى بداية الكون. وقد أسمى بحثه اسماً فنياً جداً.

لقـد اسـتعـدت اهتـمامـى بأصل ومنشـأ الكون عندمـا حضـرت مـؤتمر عن علم الكونيات فى الفاتيكان عام ١٩٨١ . بعد ذلك حظيت بشرف مقابلة البابا.



وفى حديـثه اقتـرح هوكنج أن الفضـاء والزمن محـدودان فى مضـمونهـما ولكنهـما منغلقان على أنفسـهم بدون حدود أو حروف. وقد عُرف ذلك بـ «مـبدأ اللاحدود». وإذا كان ذلك صـحيحـاً فلن يكون هناك نقط انفرادية وبذلك تتـحقق قوانين الفـيزياء فى كل مكان متضمنةً بداية الكون.

هوكنج والكون الأول



ولم يكن واضحاً فى هذه اللحظة أن بحثى يتضمن أفكاراً عن منشأ الكون وذلك لأنه كان مكتوباً بلغة فنية بالرغم من أنه كان معنوناً بالعنوان المحرم «شروط الحدود للكون».

وقد بدأ هوكنج العمل بجد فى دراسة الكون وظلت هذه النقطة تشغل تفكيره حتى اليوم. وفى بحثه أمام الفاتيكان قدم لأول مرة «مبدأ اللاحدود» ، وهو آخر أفكاره وأكثرها عمقاً. وكانت تلك محاولة لتطبيق نظرية الكم على الانفرادية عند بدء الكون.


لماذا نحتاج لنظرية الكم ؟
تقوم النظرية العامة للنسبية بوضع برنامج لوصف ما حدث منذ بداية الانفجار العظيم وحتى الآن. وعلى أية حال، نشكر هوكنج الذى وضح أن النسبية العامه تفترض حدوث نقطة انفرادية عند بداية الانفجار العظيم والذى تفشل عنده النظرية.
وهذه نظرية تقليدية ولا يمكن وصف الفضاء والوقت بواسطة النسبية العامة فى لحظة اختلاط المادة مع بعضها بكثافة عالية جداً. كيف قامت الفيزياء بتنبؤ بداية الكون إذا كانت كل القوانين تفشل عند هذه اللحظة ؟ لابد من استخدام نظرية الكم.
العصر الحالى
تطور حياة الإنسان
١٠ بلايين سنة بعد الانفجار العظيم . تكون النظام الشمسى
٥ بلايين سنة بعد الانفجار العظيم ، تطور مجرة الطريق اللبنية
٣٠٠٠٠٠ سنة بعد الانفجار العظيم، انفصلت المادة والإشعاع، وظهرت الخلفية الإشعاعية.
الانفجار العظيم وتمدد الكون بدأ قبل ١٥ بليون سنة
5
10
15
بلايين السنين بعد الانفجار العظيم

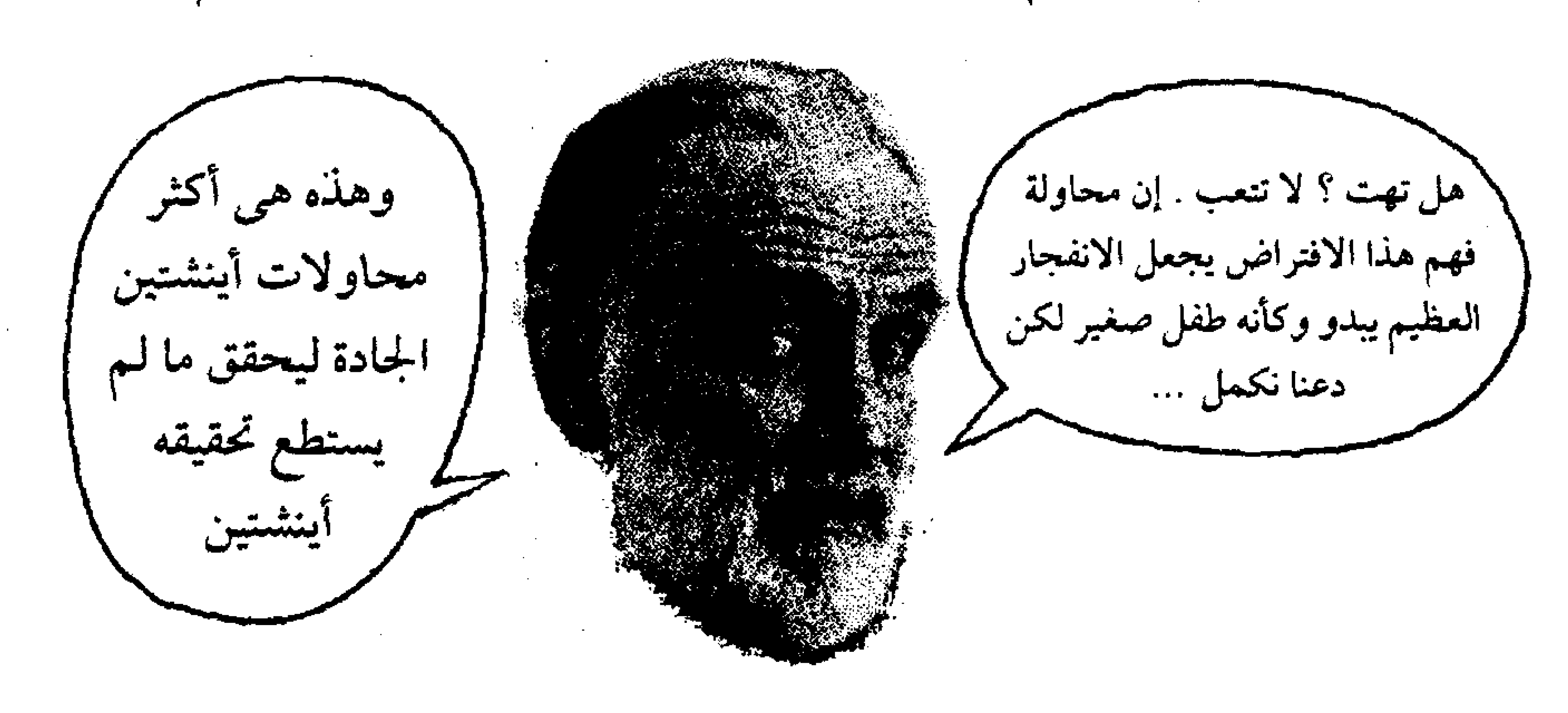
علم الكونيات الكمى

بادئاً بهذا السؤال قام هوكنج ومعاونه جيم هارتل (جامعة كاليفورنيا) باستخدام مبدأ اللاحدود لتطوير فكرة جديدة فى علم الكونيات الكمى.

وعلى عكس التصورات السابقة قام هوكنج وهارتل (هـ و هـ) باستخدام الوقت التخيلى لدراسة الانفرادية عند الانفجار العظيم.

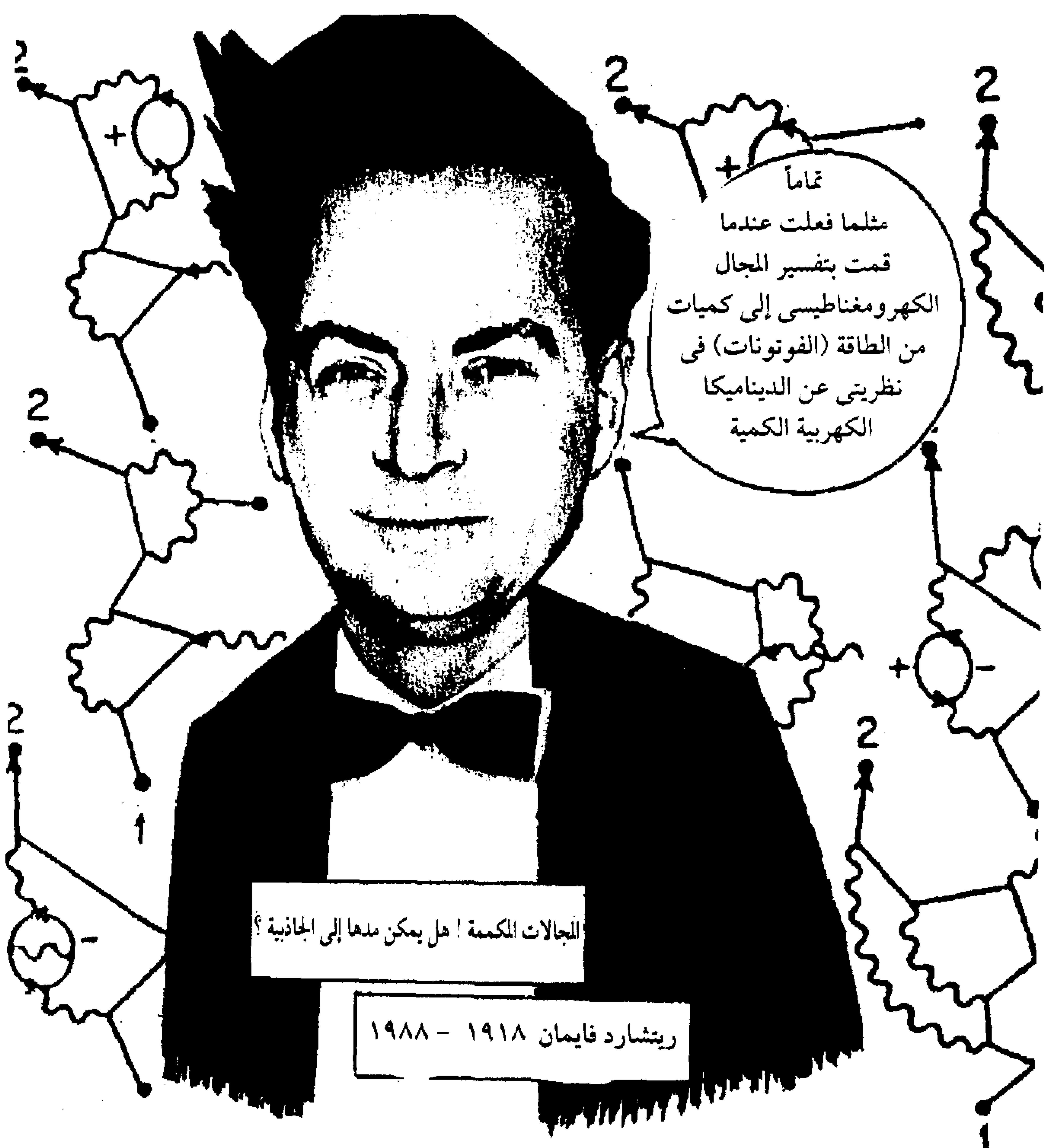


وكان التفكير على النحو التالى، عند مولده، كان الكون فى حالة كمية خالصة. لذلك قام (هـ و هـ) بمعالجة الكون على أنه نظام كمى منفرد وحاولا تحديد معادلته الموجية. وبطريقة أخرى، لقد قاما بتطبيق مبادىء ميكانيكا الكم الابتدائية على الكون ككل قبل بدء الانفجار العظيم.



الجذب الكمى أو (ن ك ش)

إن مجال البحث المختص بالجذب الكمى أو «ن ك ش» (نظرية كل شىء) يثير اهتمام كل الفيزيائيين وقد أنتجت المحاولات التى قام بها علماء النسبية وعلماء الفيزياء المختصون بدراسة الجسيمات نتائج قليلة.



وكالعادة سلك هوكنج مسلكاً مختلفاً فى هذه المشكلة. ليست الجاذبية الكمية ولكنه علم الكونيات الكمى هو الذى يضع المعادلة الموجية للكون، وهذا مبنى على «مبدأ اللاحدود».

لقد أزعجنى بشدة دائماً انكسار قوانين الفيزياء عند بداية الكون، فمن الممكن أن تتكسر أيضاً فى أى مكان آخر لهذا السبب قمنا بوضع مبدأ اللاحدود الذى يزيل الانفرادية الموجودة عند بداية الكون.

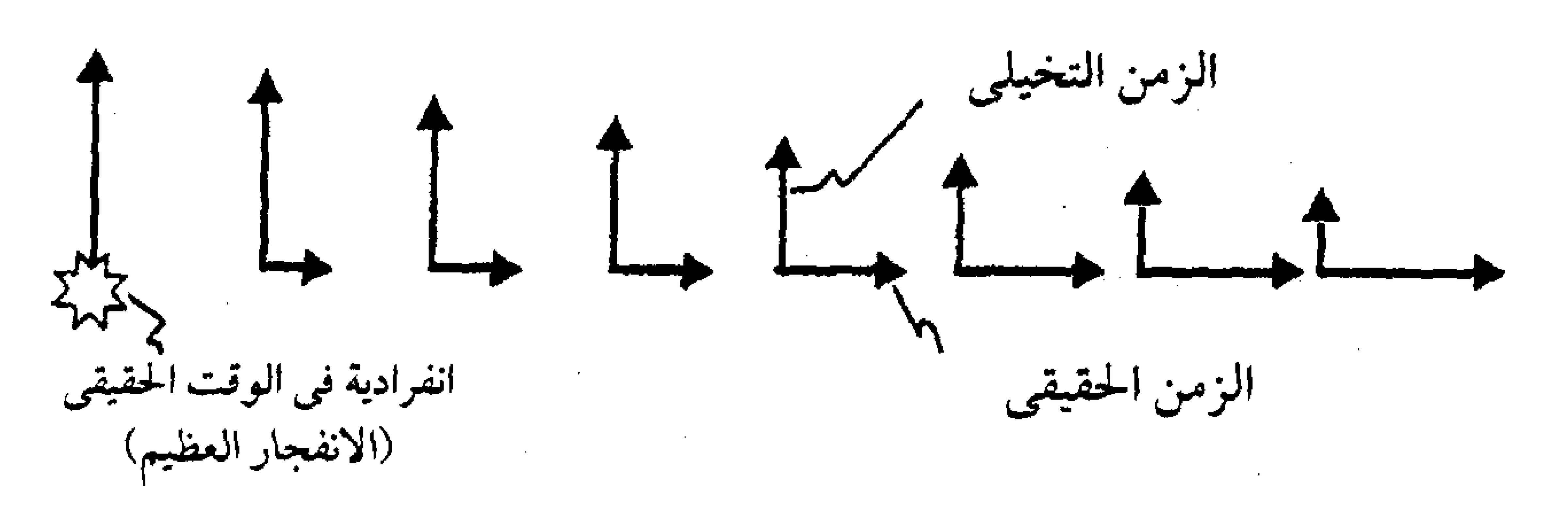
ولكن المشكلة بالنسبة لعلم الكون هى أنه لايمكن أن يتنبأ بأى شىء عند بداية الكون دون فروض عن الشروط الابتدائية كل ما نستطيع قوله هو أن الأشياء تبقى كما هى الآن لأنها كانت عليه فى المرحلة الابتدائية.

يعتقد العديد من الناس أن هذا هو ما يجب أن يكون. ويجب على الكون أن يدرس القوانين التى توضح تطور الكون . فهم يشعرون أن السؤال عن الشروط الأولية للكون التى تحدد كيفية بدايته هو سؤال لعلماء الميتافيزيقا أو علماء الدين أكثر منه للعلوم.



علم الكونيات الكمى والزمن المركب

والآن ماذا عن علم الكونيات الكمى ؟ لقد استخدم (هـ و هـ) الخدعة الرياضية المسماة بالزمن المركب ليختبروا كل الأكوان الممكنة التى ربما تكون تكونت منذ الحالة الكمية الأولى. ينقسم الزمن إلى مركبتين منفصلتين واحدة تخيلية والأخرى حقيقية. وعلى عكس الزمن الحقيقى لا يتلاشى الزمن التخيلى عند الانفجار العظيم وهذه النظرية مفيدة جداً عند الانفرادية .ولقد استخدموا طرق ميكانيكا الكم القياسية للوصول إلى المعادلة الموجية للكون



ولكن ما هى الطرق القياسية لميكانيكا الكم ؟ وما هى المعادلة الموجية ؟



الموجات والجسيمات :
سخرية الطبيعة من علماء الفيزياء

لقد وضحت التجارب العلمية وجود ازدواجية الجسيم/ الموجة. على سبيل المثال : تقوم الأشعة الضوئية بالتداخل (تتصرف كموجة) ولكنها فى نفس الوقت تحرر الالكترونات من أسطح المعادن (تتصرف كجسيم). وبالمثل تتصرف الالكترونات بنفس تصرف الجسيمات وفى نفس الوقت ينتج شعاع الالكترونات هدب الحيود (مثل الموجات) عندما يمر من خلال محزوز مثل المشط. وهذه الازدواجية حقيقة فيزيائية ويجب أن نتعايش معها. وهى نتيجة مباشرة لمبدأ عدم التأكد...

أول العكس بالعكس.

مصدر ضوء
فلتر
منشور
فلتر
مجمع
AMP
بطارية
لوح معدن (باعث)

تتصرف موجات الضوء مثل الجسيمات (فوتونات).

وفى العشرينات من القرن العشرين طور هايزنبرج وشرودينجر وبور وبورن لغة رياضية لوصف خصائص الموجات والجسيمات فى نفس الوقت.

وأروع هذه الصيغ معادلة وضعها شرودنجر يحدد حلها (المعادلة الموجية) تصرف نظام الجسيمات.



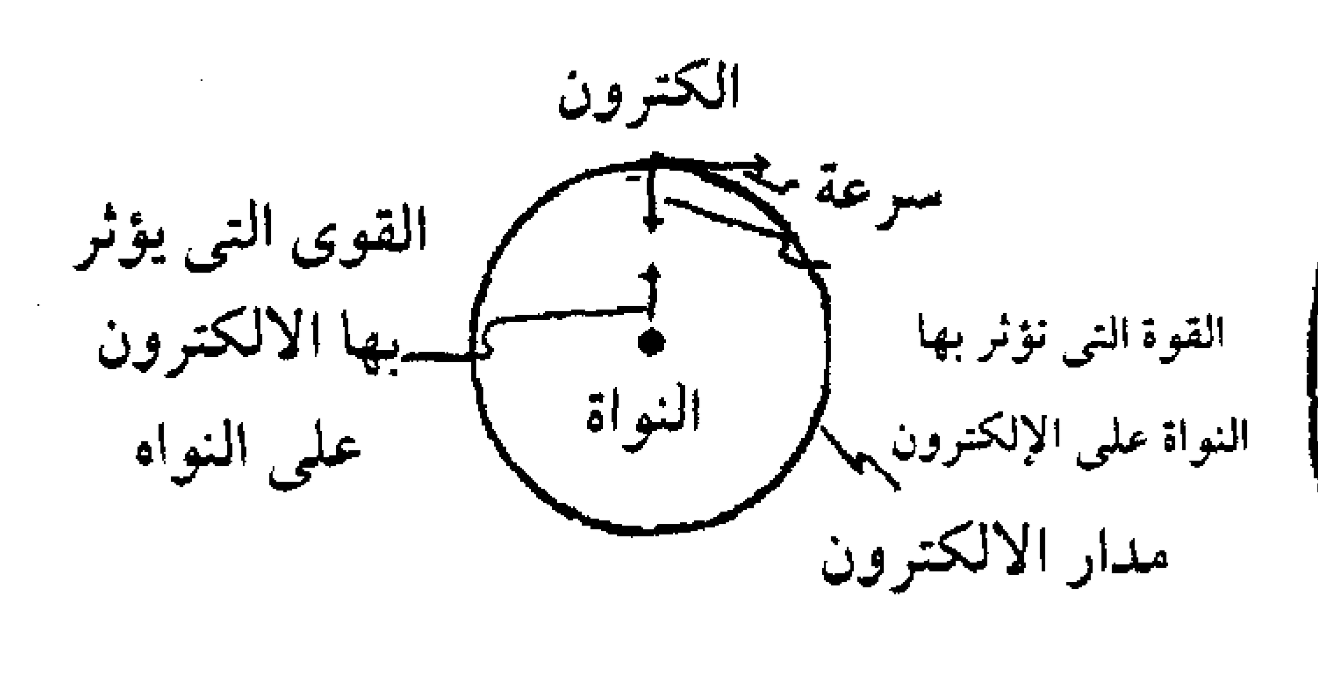
العالم الغريب لميكانيكا الكم

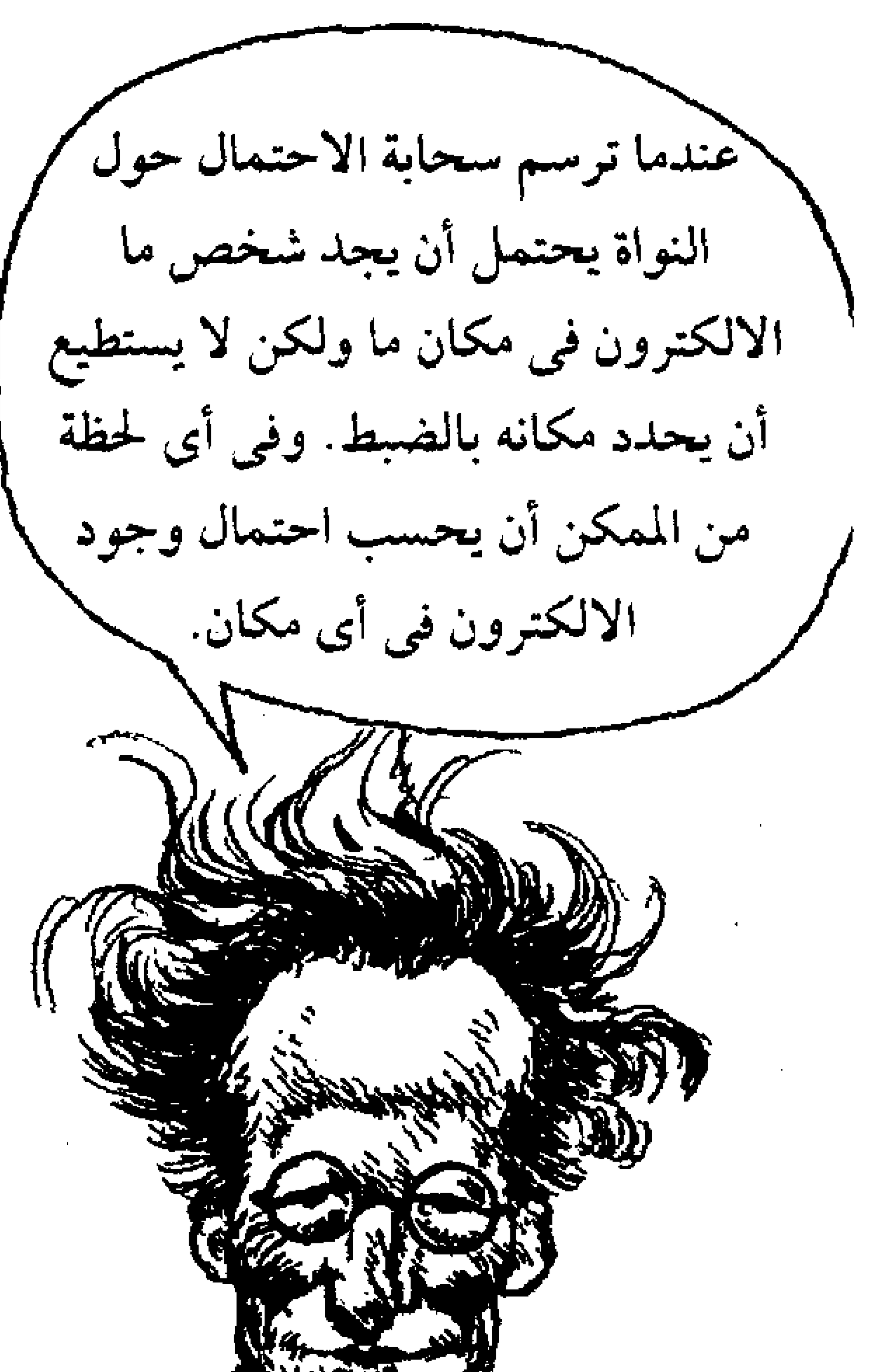
ولكن ما هى المعادلة الموجية ؟ وما هو التموج بالضبط ؟
ها هو ما افترضه ماكس بورن (بعد أن تبع فكرة لأينشتين بسخرية)



ومن أبسط المشاكل التى تحل بميكانيكا الكم هى نموذج ذرة الهيدروجين. عندما تحل معادلة شرودنجر فى هذه الحالة تحدد معادلة الموجة احتمالية كل مستوى طاقة فى الذرة حيث إنها تعطى الأماكن المحتمل وجود الكترونات فيها حول النواة. فى هذه الحالة تحاط النواة بسحابة احتمالية بدلاً من المدارات الدقيقة للإلكترونات كما فى الذرة التقليدية.

الصورة التقليدية لذره الهيدروجين





الصورة الكمية لذرة الهيدروجين

يحبذ وجود الالكترون هنا

أو هنا

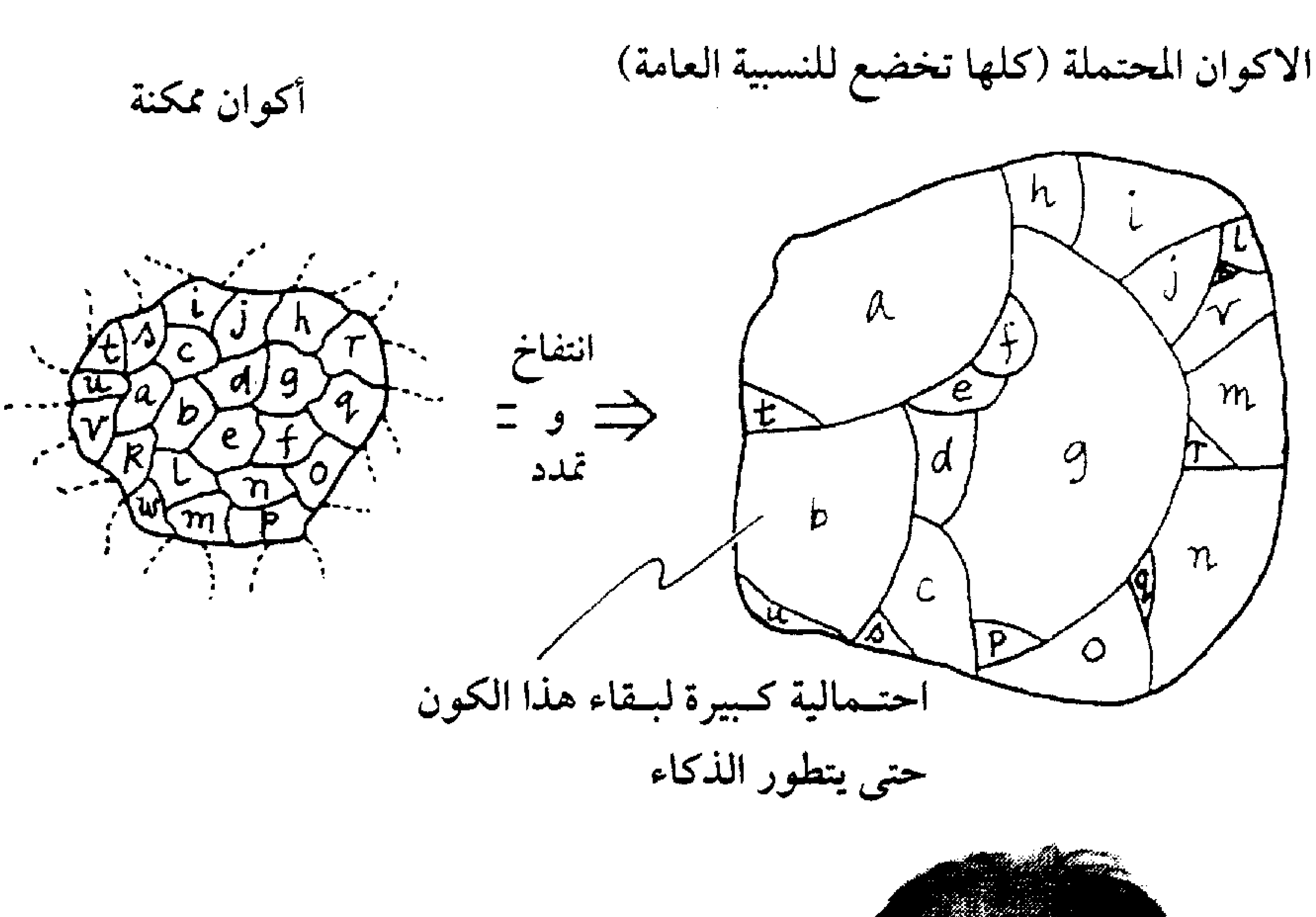
النواة

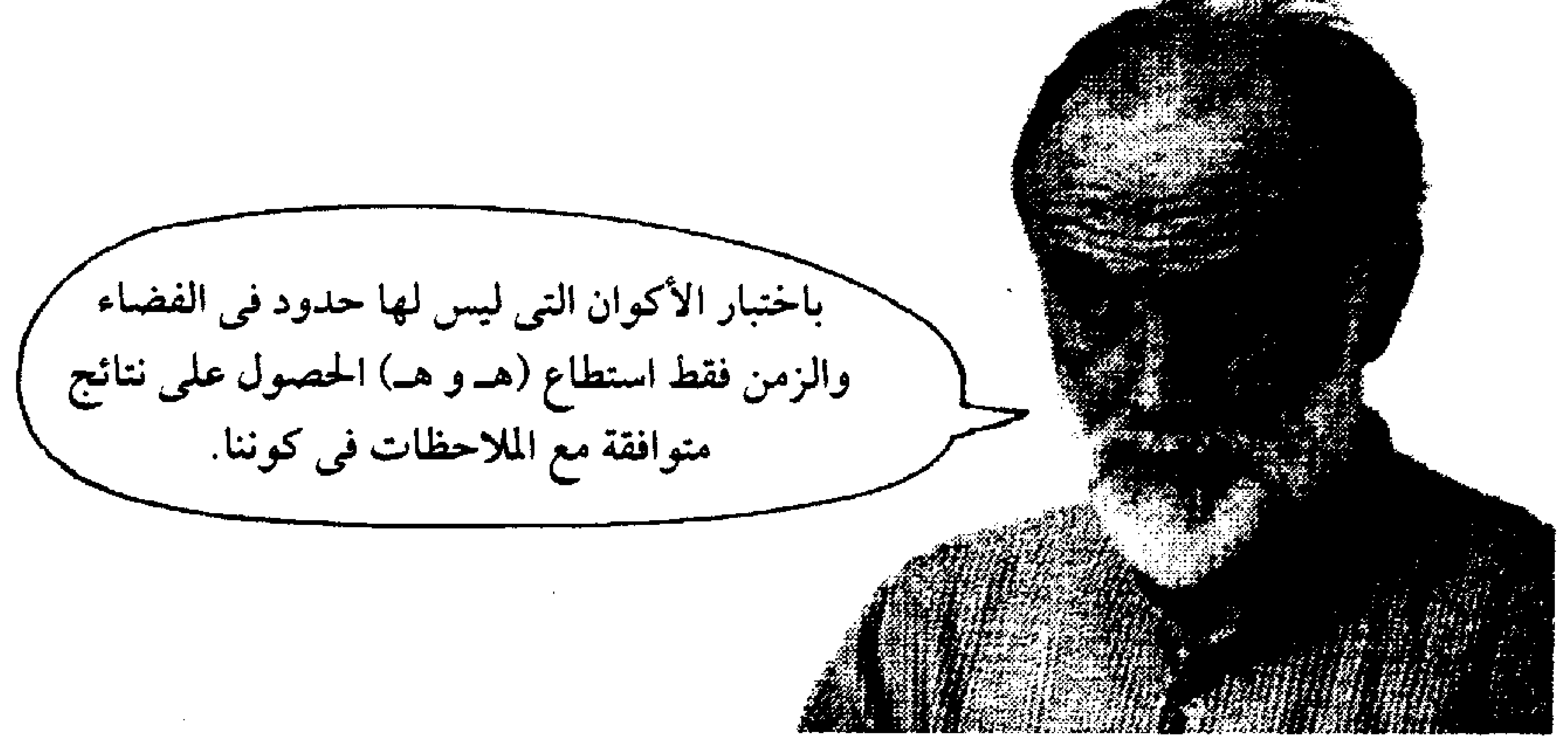
لكن الالكترون يمكن أن يوجد فى الخارج هناك

علم الكونيات الكمى : تطبيق معادلة شرودنجر لكل الكون

هل هوكنج مفكر جـرىء؟ بدلاً من مدارات الالكترونات فى الذرة فـكر فى النموذج الكونى لكل الكون. تقترح النسبيه العامة العـديد من النماذج : بعضها يقول إن الكون يتمدد من نقطة إلى حجم كبير ثم يـنكمش إلى نقطة مرة أخرى والبعض الآخر يقول إنها تتمـدد دائماً والبعض يقول إنها تتمدد بمعدلات مختلفة فى الاتجاهات المختلفة. ولكن كلها تحقق معادلات أينشتين.

وكما استـبدل شرودنجر المسارات التقليـدية للإلكترونات بمعادلات موجية لوصف احـتمالية وجود الإلكـترونات، قام (هـ و هـ) بتخـصيص معـادلات موجيـة لبعض النمـاذج الكونية والتى تعطى احتمالية أن يكون للكون شكل هندسى ما.

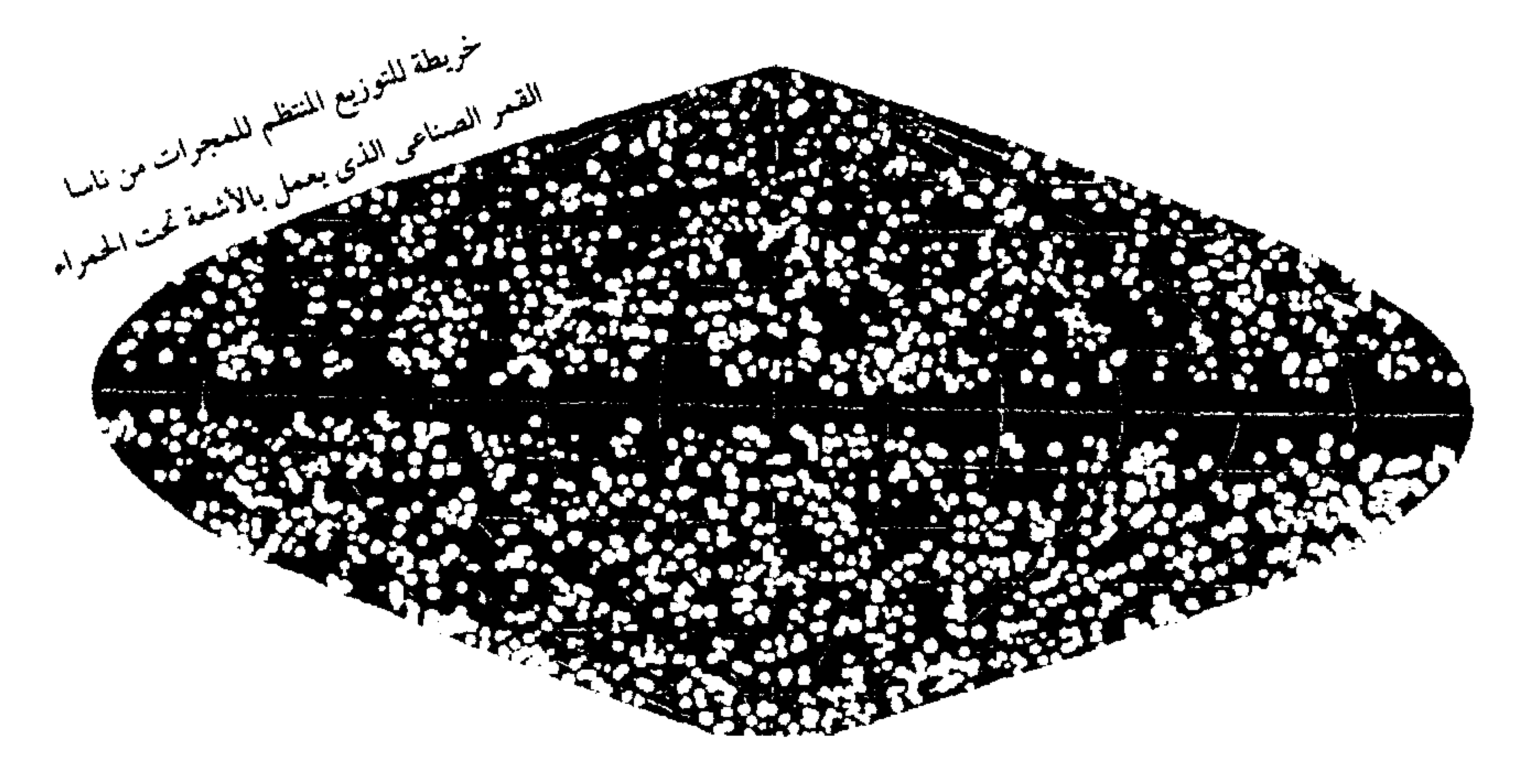




والأكوان المغلقـة تحقق هذا الشـرط. فهى محـدودة ولكن ليست لهـا أحرف، مشـابهة للسطح ثنائى الأبـعاد للأرض. فـهى تتـمدد ثم تـصل إلى نقطة توقف ثم تعـود إلى نفس النقطة تماماً مـثل النقطة التى تتحرك على إطار تجـويف كروى كمـا هو موضح فى الرسم. وعن طريق وصفها بهذه الصورة فـإن الأكوان المغلقة يكون لها بداية ونهاية فقط فى الزمن الحقـيقى. أمـا المركبـة الوهمية فـهى فى الحقـيقـة متصلة. لـذلك قام هـ و هـ بإخـفاء نقط الانفرادية فى الكون المغلق.



وقد تحقـقوا أيضاً أن الكون المنتظم هو أكثر الاحـتمالات ، لذلك فقد توصلوا إلى أن كـوننا مغلق ومنتظم فى نفس الوقت، أى أنه عبارة عن كره محدودة من الفضاء والزمن بدون أحرف.


خريطة للتوزيع المنتظم للمجرات من ناسا
القمر الصناعى الذى يعمل بالأشعة تحت الحمراء

قسم الرياضيات التطبيقية
والفيزياء النظرية : ١٧ فبراير ١٩٩٥

كما أخبر هوكنج مؤلف هذا الكتاب قبل نشره بستة أسابيع ...

مبـدأ اللاحدود يتنبـأ بأن الكون قد بدأ بطريقة منظـمة جداً. تمدد بالانتـفاخ أولاً ثم وصل إلى الانفـجـار العظيم ثم بعـد ذلك يتـمـدد إلى نصف قطر أعظم ومن بعدها ينهار فى سحق عظيم بطريقة غير منظمة وغير مرتبة.



لقد وضحت الحسابات التى تمت على نماذج بسيطة أن الكون المبنى على مبدأ اللاحدود يبدو مشابهاً كثيراً لكوننا. بالإضافة إلى ذلك يجب أن يصاحب هذا بعض الأفكار الهامة من علم الكونيات مثل الانتفاخ والتموجات الكمية. وحتى المبدأ الإنسانى يبدو متوافقاً، يجب أن تكون لديك صورةجيدة جداً عن الكون الذى اقترحه ستيفن هوكنج. شىء غير سىء بالنسبة لمبتدئ !

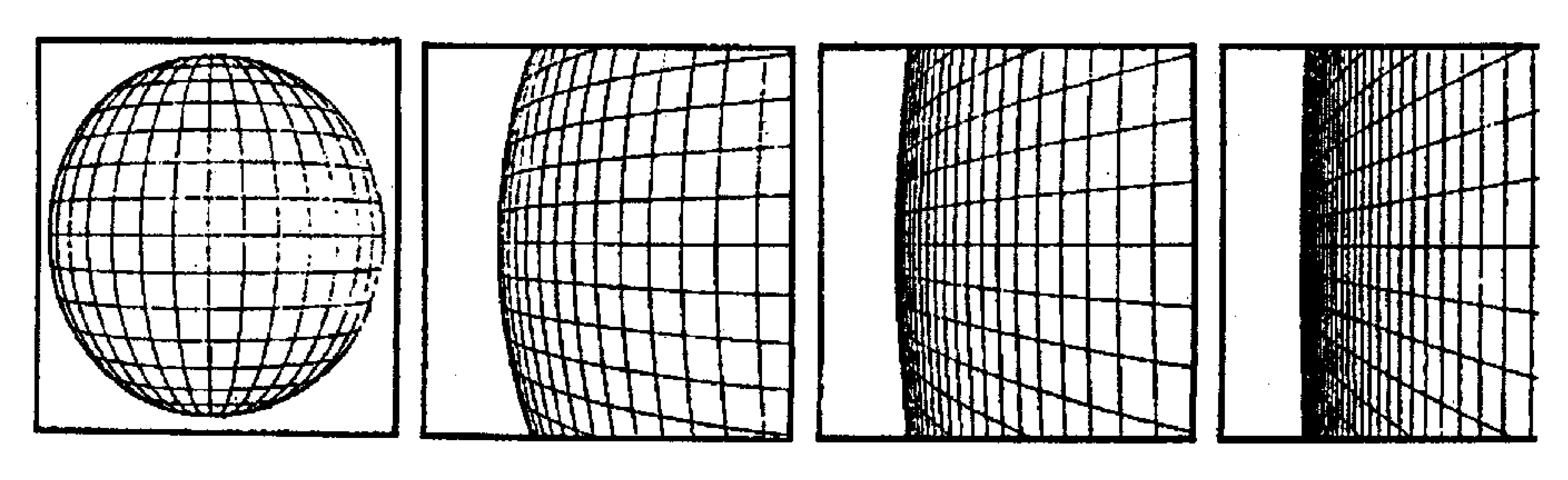
الانتفاخ

فى نهاية السبعينات تم تقديم مبدأ جديد للانتفاخ والذى يفترض أن الكون تمدد من حالة ابتدائية أصغر من حجم البروتون الى جسم كبير فى حدود عشرة أمتار خلال كسور من الثانية. وكان معدل هذا التمدد هائلاً وقد حلت هذه الفكرة مشكلتين دائماً ما أزعجتا علماء الكونيات :

١ – لماذا يبدو الكون مستوياً لهذه الدرجة أى أنه لا يظهر أى انحناء ؟

٢ – لماذا تكون الخلفية الإشعاعية منتظمة إلى هذا الحد ؟

١ – أول هذه الأسئلة يتضمن تناغم كثافة كتلة الكون مع القيمة الحرجة منذ بداية التمدد (ص ٥٢). ولكن التمدد السريع فى البداية أدى إلى استواء الكون كما هو واضح بالشكل:



استواء الكون عن طريق الانتفاخ

٢ – يوضح الانتفاخ كذلك سبب انتظام الخلفية الإشعاعية. عندما كان الكون فى حجمه المتناهى فى الصغر كانت كل المادة والطاقة متجانسة حيث إن كل شىء كان مرتبطاً بكل شىء. ومع حدوث الانتفاخ انتشر هذا التجانس فى الكون الأكبر الذى استمر فى التمدد. لذلك عندما انفصل ازدواج المادة والإشعاع بعد ٣٠٠٠٠٠ سنة ظل الكون منتظماً.

الانتفاخ والتموجات الكمية

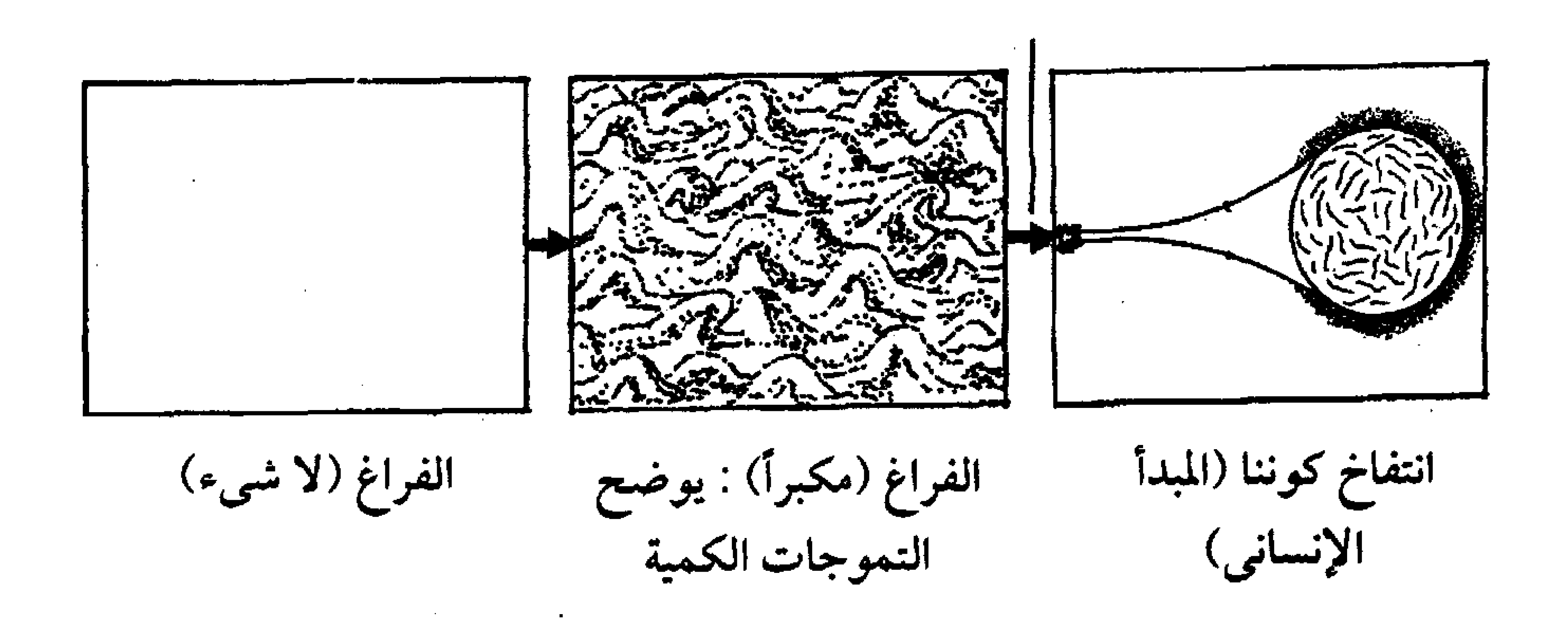
إن الانتفاخ الذى طـور الكون الابتدائى من الممكن أن يكون أنتج تغيرات فـى الكثافة والتى من الممكن أن توضح تكوين المجـرات. وإذا أمعنا النظر فى أى نظام فيـزيائى (حتى الفراغ) نلاحظ تأثيرات التموجات الكمية.

ولا يمكن أن يمحـو الانتفاخ هذه التموجـات الكمية ولكنه يحولهم إلـى تغيرات فى الكثـافـة والتى تظهـر على هيـئة تموجـات فى المادة والطاقـة فى الفـضـاء والزمن. وهذه التموجـات من الممكن أن تطبع فى الخلفية الإشعاعـية فى صورة تغيرات دقيـقة فى درجة الحرارة. وكانت هذه التغيرات الدقيقة هدف جـورج سموت وفريقه البحثى عندما أطلقوا تجـربة COBE (قمر صناعى مستكشف للخلفية الإشعـاعية الكونية). نحن نحتاج أكثر من مبدأ شهير ...

أول كسر من الثانية

التغيرات فى كثافة الطاقة كتأثير من التموجات الكمية

تتم استعارة الطاقة الموجبة من مجال الجذب الانتفاخى لتكوين المادة ($E= mc^2$)



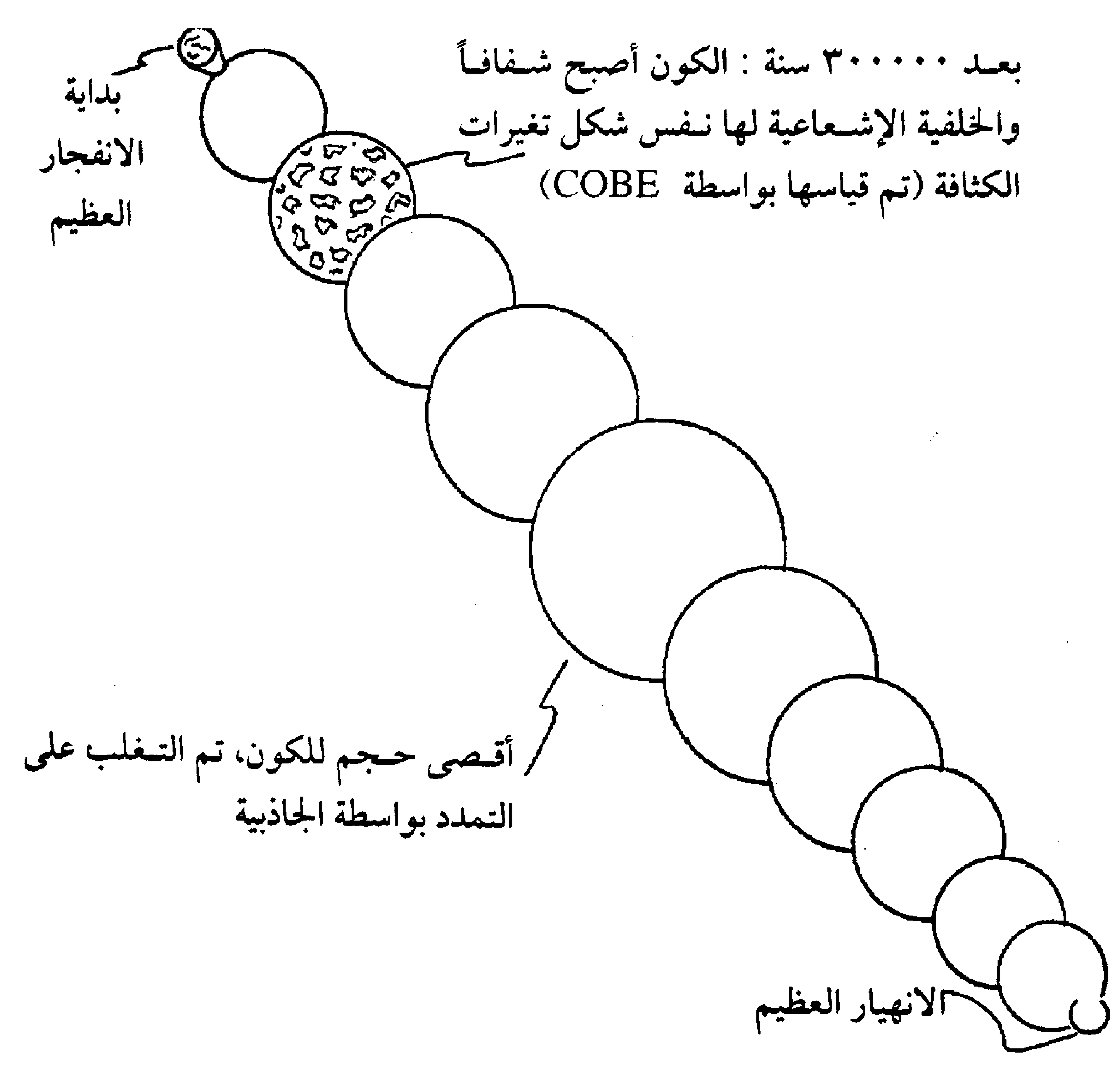
انتفاخ كوننا (المبدأ الإنسانى) | الفراغ (مكبراً) : يوضح التموجات الكمية | الفراغ (لا شىء)

المبدأ الإنسانى

هذا المبدأ عبارة عن ملاحظة شبه ميتافيزيقية والتى تتضمن أنه إذا كان الكون لا يبنى على الثوابت الأساسية للطبيعة والتى تسمح لوجود الحياة وتطور الذكاء فلن يتمكن أى شخص من معرفة خصائص ذلك الكون. وذلك هو السبب الذى جعل الكون الذى نعيش فيه متماشياً معنا، فإنه قد تم توفيقه بصورة تامة.

وبالرغم من أن هناك الكثير ممن استهجنوا هذه الفكرة ومن أمثلة هؤلاء نوبل لارويت ستيفن فاينبرج (الذى كتب كتاباً مؤسساً عن الكون الأول يسمى ، الثلاثة دقائق الأولى) الذى يقضى بأن علم الكونيات الكمى يمدنا بمحتوى أصبح فيه المبدأ الإنسانى معنى شائعاً وبسيطاً. وأكثر الأكوان احتمالاً هو ذلك الكون الذى نعيش فيه ! وكما قال فيلسوف فولتير السخيف بانجلوس لكانديد : «نحن نعيش فى أفضل العوالم الممكنة».

الألف بليون سنة التالية



جائزة نوبل لهوكنج

لقد تسلم هوكنج تقريباً كل جائزة وتقدير يمكن أن يُمنح لعالم. والسؤال الطبيعى الآن هو : هل سيمنح أفضل وأشهر هذه الجوائز - وهى دعوته إلى الأكاديمية الملكية للعلوم فى ستوكهولم لتسليمه جائزة نوبل فى الفيزياء؟



هناك بعض التعقيدات ، وأول هذه التعقيدات هو أن هذه الجائزة نادراً ما منحت لشخص فى الفلك أو علم الكونيات ولا حتى فى الفيزياء المجردة. وثانيها أكثر من ذلك جدية. لقد كان ألفريد نوبل (الذى حقق ثروته من حق براءة اختراع المادة المفرقعة TNT) رجلاً عملياً وأصر أن يتم تحقيق الاكتشافات النظرية بتجارب عملية من أجل قانونية وشرعية هذه الجائزة. وبالنسبة لعلماء الكونيات مثل هوكنج تمتد معاملهم إلى أقصى مناطق بعيدة فى الكون. ومن هنا من الصعب جداً إن لم يكن مستحيلاً تحقيق أفكارهم عملياً وربما يأخذ ذلك عقوداً على الأقل.

دعنا نراجع الاكتشافات النظرية لهوكنج التى ربما تجعله يفوز بجائزة نوبل :

١- باستخدام النسبية العـامة أوضح هوكنج وبنروز أن المبدأ التقليدى للزمن يجب أن يكون قد بدأ بانفرادية عند الانفجار العظيم ولذلك فإن الكون كان عبارة عن حالة ساخنة وكثيفة فى لحظة من اللحظات.

٢- فى عـام ١٩٧٤ اكتـشف أن الثقـوب السوداء تـطلق إشعـاعاً (يسـمى إشعـاع هوكنج) مـثل أى جسم ديناميكى حـرارى آخر ولهـا درجة حـرارة (تتناسب لجذبها السطحى) وانتروبى (يتناسب لمساحة سطحها).

٣- لقد وضع نموذجاً لـلكون الأولى هو وجيم هارتل وأسماه بمبـدأ اللاحدود وقد تنبأ فيه بتغيرات فى الكثافة فى الكون الأولى كنتيجة للتموجات الكمية.

ولسوء الحظ لا يعتبر أعظم أعماله (إشعاع هوكنج) مـلائماً لجائزة نوبل وذلك لاستحالة التقاطه.

على أية حال يمكن إثبات كل من انفرادية الانفجـار العظيم وكذلك التموجات الكمية باستخدام قياسات دقيقة جداً للخلفية الإشعاعية الكونية.

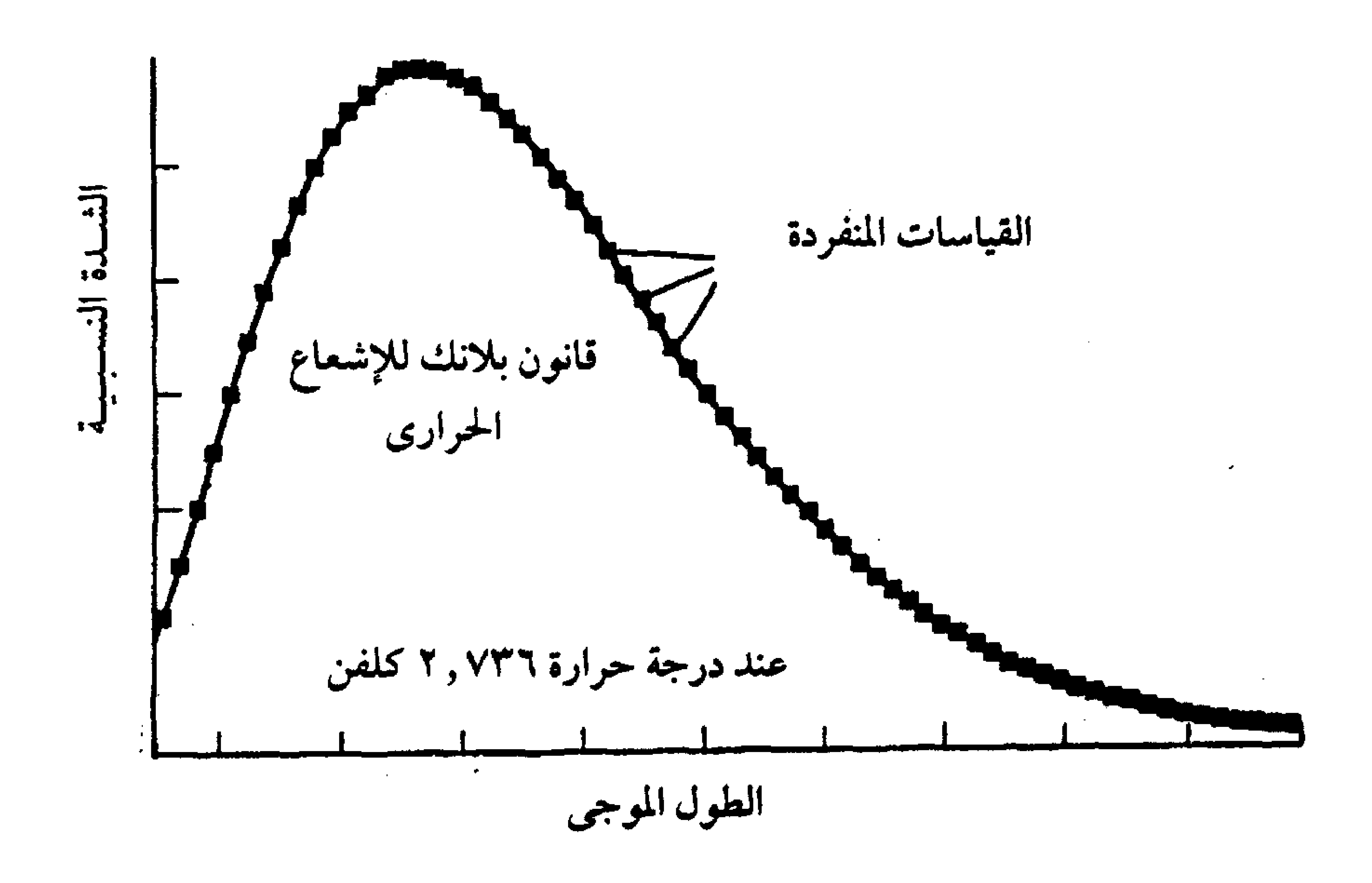
وهذا هو بالفعل ما قام به مشروع COBE ما بين ١٩٨٩ و ١٩٩٢ .

COBE : أعظم اكتشاف على مر التاريخ (؟)

مر أكثر من اثنى عشر عاماً لتصميم وتشغيل COBE ولكن نتائجه كانت مذهلة. ولقد تم إطلاقه فى عام ١٩٨٩ ولـزم وقت ثمانى دقائق لعمل قياسات مثل التى قام بها بنزياس وويلسون فى عام ١٩٦٤ ولكن عند أطوال موجية كثيرة جداً فى هذه المرة. وقد وضحت هذه النتائج منحنى مثالياً للإشعاع الحرارى (انظر ص ١٠٣) لدرجة حرارة ٢,٧٣٦ درجة فوق الصفر المطلق.

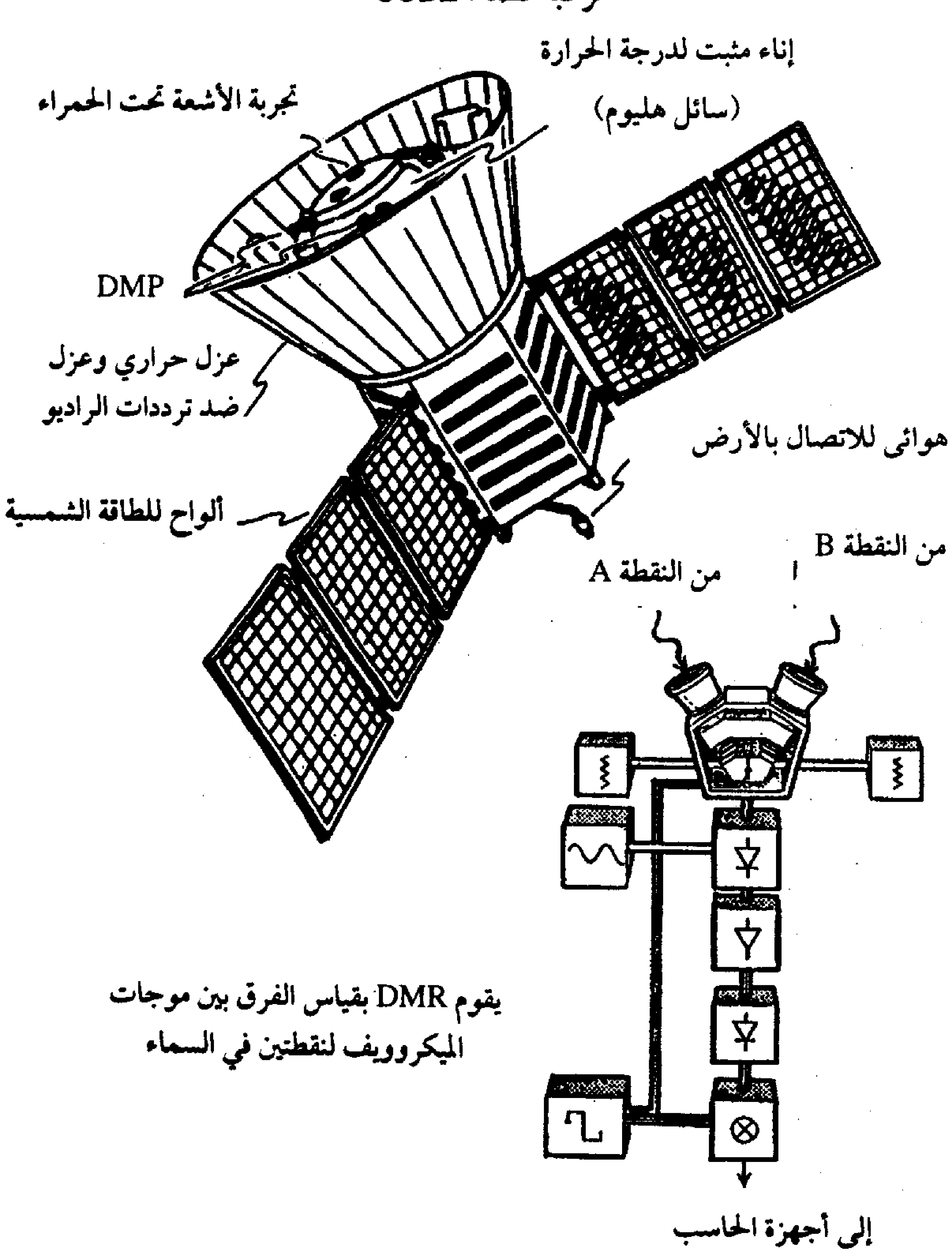
كان هذا هو COBE 1 الذى استخدم مقياس إشعاع ميكروويفى مطلق تتم معايرته بواسطة مسار من سائل الهليوم على متن القمر الصناعى. وقد أثبتت هذه النتائج بدون شك أن هذه الكاشفات التقطت بقايا الحالة الساخنة الكثيفة الأولى للكون والتى نطلق عليها الانفجار العظيم. ومثل هذا المنحنى من الممكن أن يجعل ماكس بلانك يرتعد مثلما فعل كل من كان فى الجمعية الملكية الأمريكية عند تقديمه عام ١٩٩٠ .

قياسات COBE للخلفية الإشعاعية.



ولكن الأخبار السارة ما زالت تتوالى، تم إطلاق COBE II والذى استخدم مقياس إشعاع ميكروويفى (DMR) على درجة عالية من الحساسية والتى تقيس الفرق فى درجات الحرارة بين نقطتين فى الفضاء بدلاً من قياس درجة الحرارة المطلقة عند نقطة واحدة. وكانت نتائج COBE I على الشكل : درجة الحرارة عند النقطة A = ٢,٧٢٥ ولكن COBE II مستخدماً اثنين من أجهزة الالتقاط (DMR) أعطى الإجابة : فرق درجات الحرارة بين النقطة A والنقطة B هو ٠,٠٠٢ درجة.

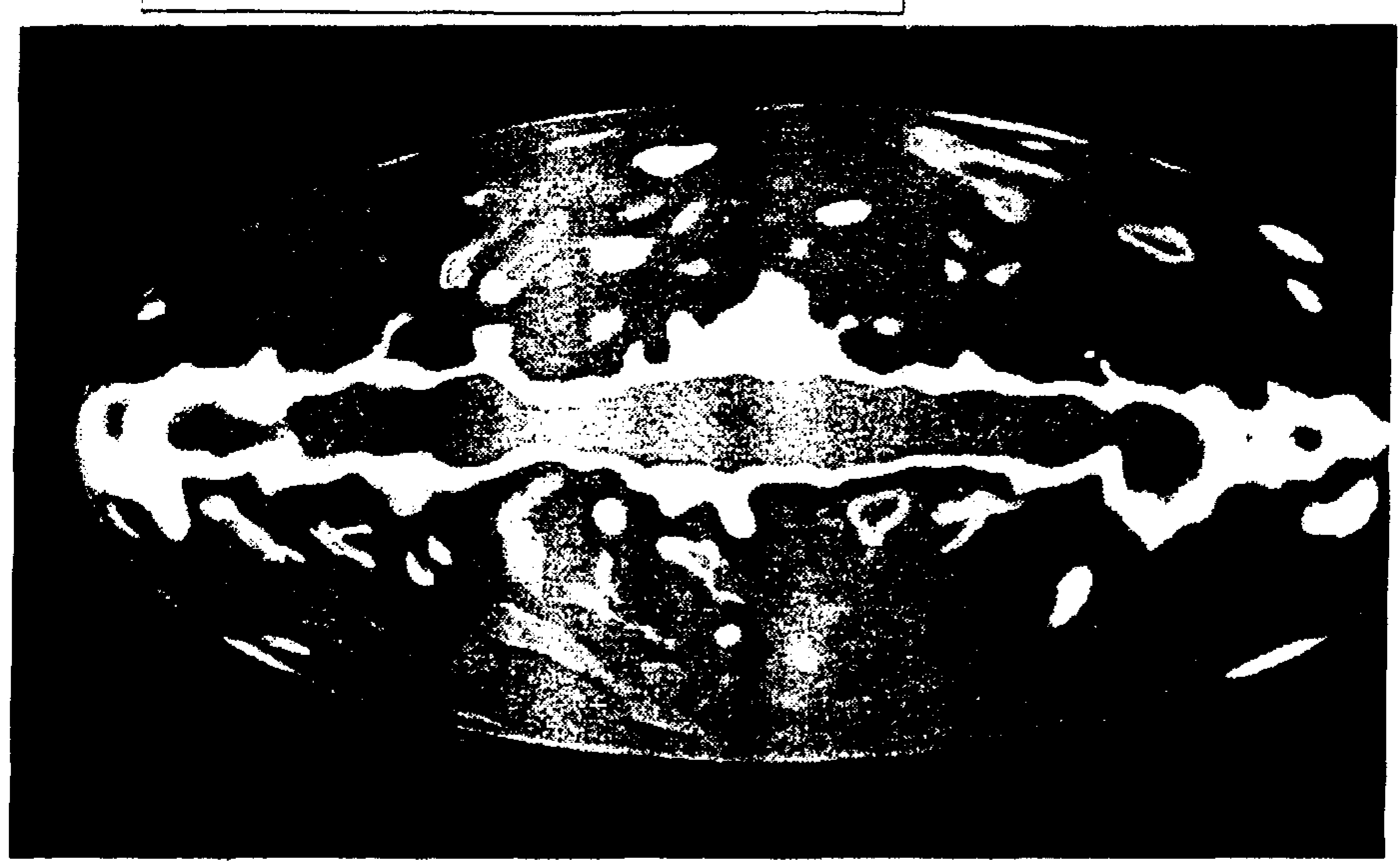
مركبة فضاء COBE



وكان هذا هو مشروع جورج سموت للبحث عن دليل للتموجات فى الفراغ والوقت للكون المعمر ٣٠٠٠٠٠ عام. وفى أبريل عام ١٩٩٢ بعد أكثر من عامين من تجميع النتائج والتحليل قام سموت وفريقه بإعلان هام جداً وهو أن COBE قام باكتشاف فروق فى درجات الحرارة تصل إلى حوالى واحد على مائة ألف من الدرجة فى الخلفية الإشعاعية.



خريطة COBE للسماء الميكروويفية توضح مجرتنا والتموجات الكونية



ويبدو أنه أصبح ممكناً الآن تفسير بعض التركيبات التى نراها فى كوننا الآن على أنها أحداث تمت قبل بلايين السنين.

وقد كانت ردود الأفعال مبشرة فى كل أنحاء العالم.



THE INDEPENDENT

How the universe began

Big Bang: William Blake's 'God Creating the Universe'

NEWS

Has Man mastered the universe?

Science and religion in a cl

Scientific community filled with excitem

A discovery has scientis

Ripples from the Big Bang are making waves in ast renewing interest in fundamental questions about

لقد قام COBE برسم خريطة للسماء وقاس الخلفية الإشعاعية للانفجار العظيم.

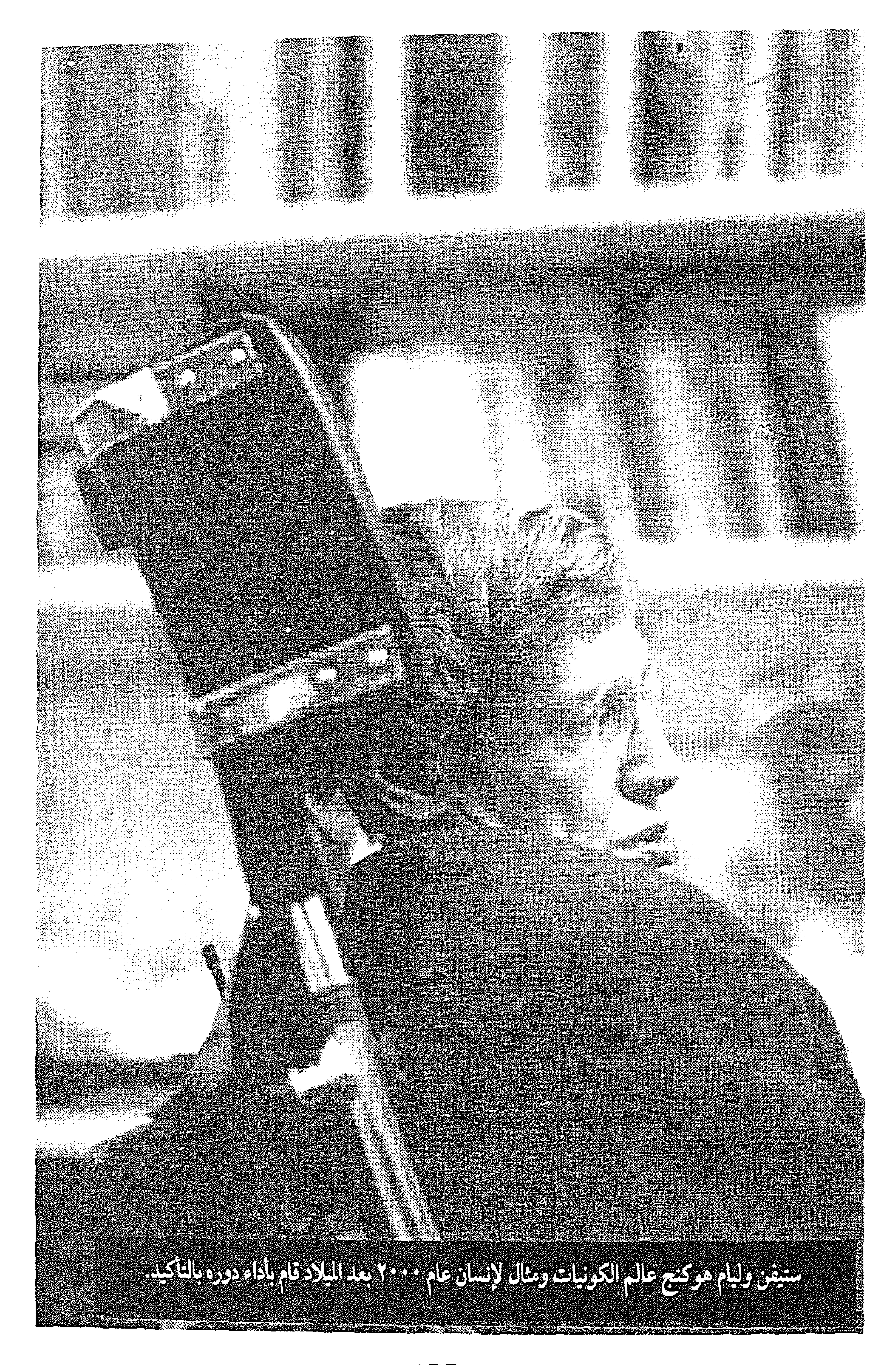


ولقد وضع كل من هوكنج وسموت قواعد وتصريحات امتدت إلى كل النواحى. وقد قبل سموت الانفجار العظيم على أنه لحظة خلق وذلك لكونه متديناً وقد حركته نتائج COBE عاطفياً.

لكن هوكنج يرى الأشياء باختلاف، فالبنسبة له الاختلافات فى الخلفية الإشعاعية التى تم قياسها بواسطة COBE ما هى إلا دليل على وجود تموجات كمية فى الكون المنتفخ متفقة بذلك مع مبدأ اللاحدود الذى وضعه. فلا يتعجب أحد لكونه مبتسماً.

وقد رأى كل العلماء أن نجاح COBE ما هو إلا تأكيد مذهل لعلم كونيات الانفجار العظيم. ولكن لم ينته العمل بعد، فربما تكون الحلول النهائية لألغاز بداية وتركيب الكون أكثر تعقيداً.

وتعتبر مبادىء مركزية الأرض الذى وضعه سقراط والبطالمة ومركزية الشمس الذى وضعه كوبرنيكوس والبيضة الكونية الذى وضعه لامايتر ومبدأ اللاحدود الذى وضعه هوكنج خطوات فى طريق الفهم الأعمق للكون ومكاننا فيه. وهذه الرحلة مطروحة لكل شخص ليفهمها ويتأملها ويستمتع بها.



ستيفن وليام هوكنج عالم الكونيات ومثال لإنسان عام ٢٠٠٠ بعد الميلاد قام بأداء دوره بالتأكيد.

المحتويات

المشروع القومى للترجمة

المشـروع القومى للتـرجمـة مشـروع تنميـة ثقافـية بالدرجـة الأولى، ينطلق من الإيجابيات الـتى حققتهـا مشروعات التـرجمة التى سبـقته فى مصر والعـالم العربى ويسعى إلى الإضافة بما يفتح الأفق على وعود المستقبل، معتمداً المبادئ التالية :

١ - الخروج من أسر المركزية الأوروبية وهيمنة اللغتين الإنجليزية والفرنسية.

٢ - التـوازن بين المعـارف الإنسـانية فى المجـالات العلمـيـة والفنيـة والفكرية والإبداعية.

٣ - الإنحياز إلى كل ما يؤسس لأفكار التقدم وحـضور العلم وإشاعة العقلانية والتشجيع على التجريب.

٤ - ترجمة الأصول المعرفية التى أصبحت أقرب إلى الإطار المرجعى فى الثقافة الإنسانية المعاصرة،جنبًا إلى جنب المنجزات الجديدة التى تضع القارئ فى القلب من حركة الإبداع والفكر العالميين.

٥ ـ العمل على إعداد جـيل جديد من المترجمين المتخـصصين عن طريق ورش العمل بالتنسيق مع لجنة الترجمة بالمجلس الأعلى للثقافة.

٦ - الاسـتعـانة بكل الخبـرات العـربية وتنسـيق الجهـود مع المؤسـسات المعنيـة بالترجمة.

المشروع القومى للترجمة

١ - اللغة العليا (طبعة ثانية)	جون كوين	ت : أحمد درويش
٢ - الوثنية والإسلام	ك. مادهو بانيكار	ت : أحمد فؤاد بلبع
٣ - التراث المسروق	جورج جيمس	ت : شوقى جلال
٤ - كيف تتم كتابة السيناريو	انجا كاريتنكوفا	ت : أحمد الحضرى
٥ - ثريا فى غيبوبة	إسماعيل فصيح	ت : محمد علاء الدين منصور
٦ - اتجاهات البحث اللسانى	ميلكا إفيتش	ت : سعد مصلوح / وفاء كامل فايد
٧ - العلوم الإنسانية والفلسفة	لوسيان غولدمان	ت : يوسف الأنطكى
٨ - مشعلو الحرائق	ماكس فريش	ت : مصطفى ماهر
٩ - التغيرات البيئية	أندرو س. جودى	ت : محمود محمد عاشور
١٠ - خطاب الحكاية	جيرار جينيت	ت : محمد معتصم وعبد الجليل الأزدى وعمر حلى
١١ - مختارات	فيسوافا شيمبوريسكا	ت : هناء عبد الفتاح
١٢ - طريق الحرير	ديفيد براونيستون وايرين فرانك	ت : أحمد محمود
١٣ - ديانة الساميين	روبرتسن سميث	ت : عبد الوهاب علوب
١٤ - التحليل النفسى والأدب	جان بيلمان نويل	ت : حسن المودن
١٥ - الحركات الفنية	إدوارد لويس سميث	ت : أشرف رفيق عفيفى
١٦ - أثينة السوداء	مارتن برنال	ت : بإشراف / أحمد عتمان
١٧ - مختارات	فيليب لاركين	ت : محمد مصطفى بدوى
١٨ - الشعر النسائى فى أمريكا اللاتينية	مختارات	ت : طلعت شاهين
١٩ - الأعمال الشعرية الكاملة	چورج سفيريس	ت : نعيم عطية
٢٠ - قصة العلم	ج. ج. كراوثر	ت: يمنى طريف الخولى / بدوى عبد الفتاح
٢١ - خوخة وألف خوخة	صمد بهرنجى	ت : ماجدة العنانى
٢٢ - مذكرات رحالة عن المصريين	جون أنتيس	ت : سيد أحمد على الناصرى
٢٣ - تجلى الجميل	هانز جيورج جادامر	ت : سعيد توفيق
٢٤ - ظلال المستقبل	باتريك بارندر	ت : بكر عباس
٢٥ - مثنوى	مولانا جلال الدين الرومى	ت : إبراهيم الدسوقى شتا
٢٦ - دين مصر العام	محمد حسين هيكل	ت : أحمد محمد حسين هيكل
٢٧ - التنوع البشرى الخلاق	مقالات	ت : نخبة
٢٨ - رسالة فى التسامح	جون لوك	ت : منى أبو سنه
٢٩ - الموت والوجود	جيمس ب. كارس	ت : بدر الديب
٣٠ - الوثنية والإسلام (ط٢)	ك. مادهو بانيكار	ت : أحمد فؤاد بلبع
٣١ - مصادر دراسة التاريخ الإسلامى	جان سوفاجيه - كلود كاين	ت : عبد الستار الحلوجى / عبد الوهاب علوب
٣٢ - الانقراض	ديفيد روس	ت : مصطفى إبراهيم فهمى
٣٣ - التاريخ الاقتصادى لإفريقيا الغربية	أ. ج. هوبكنز	ت : أحمد فؤاد بلبع
٣٤ - الرواية العربية	روجر آلن	ت : حصة إبراهيم المنيف
٣٥ - الأسطورة والحداثة	پول . ب . ديكسون	ت : خليل كلفت

٣٦ - نظريات السرد الحديثة	والاس مارتن	ت : حياة جاسم محمد
٣٧ - واحة سيوة وموسيقاها	بريجيت شيفر	ت : جمال عبد الرحيم
٣٨ - نقد الحداثة	آلن تورين	ت : أنور مغيث
٣٩ - الإغريق والحسد	بيتر والكوت	ت : منيرة كروان
٤٠ - قصائد حب	آن سكستون	ت : محمد عيد إبراهيم
٤١ - ما بعد المركزية الأوربية	بيتر جران	ت : عاطف أحمد / إبراهيم فتحى / محمود ماجد
٤٢ - عالم ماك	بنجامين باربر	ت : أحمد محمود
٤٣ - اللهب المزدوج	أوكتافيو باث	ت : المهدى أخريف
٤٤ - بعد عدة أصياف	ألدوس هكسلى	ت : مارلين تادرس
٤٥ - التراث المغدور	روبرت ج دنيا - جون ف أ فاين	ت : أحمد محمود
٤٦ - عشرون قصيدة حب	بابلو نيرودا	ت : محمود السيد على
٤٧ - تاريخ النقد الأدبى الحديث (١)	رينيه ويليك	ت : مجاهد عبد المنعم مجاهد
٤٨ - حضارة مصر الفرعونية	فرانسوا دوما	ت : ماهر جويجاتى
٤٩ - الإسلام فى البلقان	هـ . ت . نوريس	ت : عبد الوهاب علوب
٥٠ - ألف ليلة وليلة أو القول الأسير	جمال الدين بن الشيخ	ت : محمد برادة وعثمانى الميلود ويوسف الأنطكى
٥١ - مسار الرواية الإسبانو أمريكية	داريو بيانويبا وخ. م بينياليستى	ت : محمد أبو العطا
٥٢ - العلاج النفسى التدعيمى	بيتر . ن . نوفاليس وستيفن . ج . روجسيفيتز وروجر بيل	ت : لطفى فطيم وعادل دمرداش
٥٣ - الدراما والتعليم	أ . ف . ألنجتون	ت : مرسى سعد الدين
٥٤ - المفهوم الإغريقى للمسرح	ج . مايكل والتون	ت : محسن مصيلحى
٥٥ - ما وراء العلم	چون بولكنجهوم	ت : على يوسف على
٥٦ - الأعمال الشعرية الكاملة (١)	فديريكو غرسية لوركا	ت : محمود على مكى
٥٧ - الأعمال الشعرية الكاملة (٢)	فديريكو غرسية لوركا	ت : محمود السيد ، ماهر البطوطى
٥٨ - مسرحيتان	فديريكو غرسية لوركا	ت : محمد أبو العطا
٥٩ - المحبرة	كارلوس مونييث	ت : السيد السيد سهيم
٦٠ - التصميم والشكل	جوهانز ايتين	ت : صبرى محمد عبد الغنى
٦١ - موسوعة علم الإنسان	شارلوت سيمور - سميث	مراجعة وإشراف : محمد الجوهرى
٦٢ - لذّة النّص	رولان بارت	ت : محمد خير البقاعى .
٦٣ - تاريخ النقد الأدبى الحديث (٢)	رينيه ويليك	ت : مجاهد عبد المنعم مجاهد
٦٤ - برتراند راسل (سيرة حياة)	آلان وود	ت : رمسيس عوض .
٦٥ - فى مدح الكسل ومقالات أخرى	برتراند راسل	ت : رمسيس عوض .
٦٦ - خمس مسرحيات أندلسية	أنطونيو جالا	ت : عبد اللطيف عبد الحليم
٦٧ - مختارات	فرناندو بيسوا	ت : المهدى أخريف
٦٨ - نتاشا العجوز وقصص أخرى	فالنتين راسبوتين	ت : أشرف الصباغ
٦٩ - العالم الإسلامى فى أوائل القرن العشرين	عبد الرشيد إبراهيم	ت : أحمد فؤاد متولى وهويدا محمد فهمى
٧٠ - ثقافة وحضارة أمريكا اللاتينية	أوخينيو تشانج رودريجث	ت : عبد الحميد غلاب وأحمد حشاد
٧١ - السيدة لا تصلح إلا للرمى	داريو فو	ت : حسين محمود

العنوان	المؤلف	المترجم
٧٢ – السياسى العجوز	ت . س . إليوت	ت : فؤاد مجلى
٧٣ – نقد استجابة القارئ	چين . ب . توميكنز	ت : حسن ناظم وعلى حاكم
٧٤ – صلاح الدين والمماليك فى مصر	ل . ا . سيمينوڤا	ت : حسن بيومى
٧٥ – فن التراجم والسير الذاتية	أندريه موروا	ت : أحمد درويش
٧٦ – چاك لاكان وإغواء التحليل النفسى	مجموعة من الكتاب	ت : عبد المقصود عبد الكريم
٧٧ – تاريخ النقد الأدبى الحديث ج ٣	رينيه ويليك	ت : مجاهد عبد المنعم مجاهد
٧٨ – العولمة : النظرية الاجتماعية والثقافة الكونية	رونالد روبرتسون	ت : أحمد محمود ونورا أمين
٧٩ – شعرية التأليف	بوريس أوسبنسكى	ت : سعيد الغانمى وناصر حلاوى
٨٠ – بوشكين عند «نافورة الدموع»	ألكسندر بوشكين	ت : مكارم الغمرى
٨١ – الجماعات المتخيلة	بندكت أندرسن	ت : محمد طارق الشرقاوى
٨٢ – مسرح ميجيل	ميجيل دى أونامونو	ت : محمود السيد على
٨٣ – مختارات	غوتفريد بن	ت : خالد المعالى
٨٤ – موسوعة الأدب والنقد	مجموعة من الكتاب	ت : عبد الحميد شيحة
٨٥ – منصور الحلاج (مسرحية)	صلاح زكى أقطاى	ت : عبد الرازق بركات
٨٦ – طول الليل	جمال مير صادقى	ت : أحمد فتحى يوسف شتا
٨٧ – نون والقلم	جلال آل أحمد	ت : ماجدة العنانى
٨٨ – الابتلاء بالتغرب	جلال آل أحمد	ت : إبراهيم الدسوقى شتا
٨٩ – الطريق الثالث	أنتونى جيدنز	ت : أحمد زايد ومحمد محيى الدين
٩٠ – وسم السيف (قصص)	نخبة من كُتاب أمريكا اللاتينية	ت : محمد إبراهيم مبروك
٩١ – المسرح والتجريب بين النظرية والتطبيق	باربر الاسوستكا	ت : محمد هناء عبد الفتاح
٩٢ – أساليب ومضامين المسرح الإسبانوأمريكى المعاصر	كارلوس ميجل	ت : نادية جمال الدين
٩٣ – محدثات العولمة	مايك فيذرستون وسكوت لاش	ت : عبد الوهاب علوب
٩٤ – الحب الأول والصحبة	صمويل بيكيت	ت : فوزية العشماوى
٩٥ – مختارات من المسرح الإسبانى	أنطونيو بويرو بابييخو	ت : سرى محمد محمد عبد اللطيف
٩٦ – ثلاث زنبقات ووردة	قصص مختارة	ت : إدوار الخراط
٩٧ – هوية فرنسا (مج ١)	فرنان برودل	ت : بشير السباعى
٩٨ – الهم الإنسانى والابتزاز الصهيونى	نماذج ومقالات	ت : أشرف الصباغ
٩٩ – تاريخ السينما العالمية	ديڤيد روبنسون	ت : إبراهيم قنديل
١٠٠ – مساءلة العولمة	بول هيرست وجراهام تومبسون	ت : إبراهيم فتحى
١٠١ – النص الروائى (تقنيات ومناهج)	بيرنار فاليط	ت : رشيد بنحدو
١٠٢ – السياسة والتسامح	عبد الكريم الخطيبى	ت : عز الدين الكتانى الإدريسى
١٠٣ – قبر ابن عربى يليه آياء	عبد الوهاب المؤدب	ت : محمد بنيس
١٠٤ – أوبرا ماهوجنى	برتولت بريشت	ت : عبد الغفار مكاوى
١٠٥ – مدخل إلى النص الجامع	چيرارچينيت	ت : عبد العزيز شبيل
١٠٦ – الأدب الأندلسى	د. ماريا خيسوس رويبيرامتى	ت : أشرف على دعدور
١٠٧ – صورة الفدائى فى الشعر الأمريكى المعاصر	نخبة	ت : محمد عبد الله الجعيدى

العنوان	المؤلف	المترجم
١٠٨ – ثلاث دراسات عن الشعر الأندلسى	مجموعة من النقاد	ت : محمود على مكى
١٠٩ – حروب المياه	چون بولوك وعادل درويش	ت : هاشم أحمد محمد
١١٠ – النساء فى العالم النامى	حسنة بيجوم	ت : منى قطان
١١١ – المرأة والجريمة	فرانسيس هيندسون	ت : ريهام حسين إبراهيم
١١٢ – الاحتجاج الهادئ	أرلين علوى ماكليود	ت : إكرام يوسف
١١٣ – راية التمرد	سادى پلانت	ت : أحمد حسان
١١٤ – مسرحيتا حصاد كونجى وسكان المستنقع	وول شوينكا	ت : نسيم مجلى
١١٥ – غرفة تخص المرء وحده	فرچينيا وولف	ت : سمية رمضان
١١٦ – امرأة مختلفة (درية شفيق)	سينثيا نلسون	ت : نهاد أحمد سالم
١١٧ – المرأة والجنوسة فى الإسلام	ليلى أحمد	ت : منى إبراهيم ، وهالة كمال
١١٨ – النهضة النسائية فى مصر	بث بارون	ت : لميس النقاش
١١٩ – النساء والأسرة وقوانين الطلاق	أميرة الأزهرى سنبل	ت : بإشراف/ رؤوف عباس
١٢٠ – الحركة النسائية والتطور فى الشرق الأوسط	ليلى أبو لغد	ت : نخبة من المترجمين
١٢١ – الدليل الصغير فى كتابة المرأة العربية	فاطمة موسى	ت : محمد الجندى ، وإيزابيل كمال
١٢٢ –نظام العبودية القديم ونموذج الإنسان	جوزيف فوجت	ت : منيرة كروان
١٢٣–الإمبراطورية العثمانية وعلاقاتها الدولية	نيقل الكسندر وفنادولينا	ت: أنور محمد إبراهيم
١٢٤ – الفجر الكاذب	چون جراى	ت : أحمد فؤاد بلبع
١٢٥ – التحليل الموسيقى	سيدريك ثورپ ديڤى	ت : سمحه الخولى
١٢٦ – فعل القراءة	ڤولڤانج إيسر	ت : عبد الوهاب علوب
١٢٧ – إرهاب	صفاء فتحى	ت : بشير السباعى
١٢٨ – الأدب المقارن	سوزان باسنيت	ت : أميرة حسن نويرة
١٢٩ – الرواية الاسبانية المعاصرة	ماريا دولورس أسيس جاروته	ت : محمد أبو العطا وآخرون
١٣٠ – الشرق يصعد ثانية	أندريه جوندر فرانك	ت : شوقى جلال
١٣١ – مصر القديمة (التاريخ الاجتماعى)	مجموعة من المؤلفين	ت : لويس بقطر
١٣٢ – ثقافة العولمة	مايك فيذرستون	ت : عبد الوهاب علوب
١٣٣ – الخوف من المرايا	طارق على	ت : طلعت الشايب
١٣٤ – تشريح حضارة	بارى ج. كيمب	ت : أحمد محمود
١٣٥ – المختار من نقد ت. س. إليوت (ثلاثة أجزاء)	ت. س. إليوت	ت : ماهر شفيق فريد
١٣٦ – فلاحو الباشا	كينيث كونو	ت : سحر توفيق
١٣٧ – مذكرات ضابط فى الحملة الفرنسية	چوزيف مارى مواريه	ت : كاميليا صبحى
١٣٨ – عالم التليفزيون بين الجمال والعنف	إيڤلينا تارونى	ت : وجيه سمعان عبد المسيح
١٣٩ – پارسيڤال	ريشارد ڤاچنر	ت : مصطفى ماهر
١٤٠ – حيث تلتقى الأنهار	هربرت ميسن	ت : أمل الجبورى
١٤١ – اثنتا عشرة مسرحية يونانية	مجموعة من المؤلفين	ت : نعيم عطية
١٤٢ – الإسكندرية : تاريخ ودليل	أ. م. فورستر	ت : حسن بيومى
١٤٣ – قضايا التنظير فى البحث الاجتماعى	ديريك لايدار	ت : عدلى السمرى
١٤٤ – صاحبة اللوكاندة	كارلو جولدونى	ت : سلامة محمد سليمان

١٤٥ - موت أرتيميو كروث	كارلوس فوينتس	ت : أحمد حسان
١٤٦ - الورقة الحمراء	ميجيل دى ليبس	ت : على عبد الرؤوف البمبى
١٤٧ - خطبة الإدانة الطويلة	تانكريد دورست	ت : عبد الغفار مكاوى
١٤٨ - القصة القصيرة (النظرية والتقنية)	إنريكى أندرسون إمبرت	ت : على إبراهيم على منوفى
١٤٩ - النظرية الشعرية عند إليوت وأدونيس	عاطف فضول	ت : أسامة إسبر
١٥٠ - التجربة الإغريقية	روبرت ج. ليتمان	ت: منيرة كروان
١٥١ - هوية فرنسا (مج ٢ ، ج ١)	فرنان برودل	ت : بشير السباعى
١٥٢ - عدالة الهنود وقصص أخرى	نخبة من الكُتاب	ت : محمد محمد الخطابى
١٥٣ - غرام الفراعنة	فيولين فانويك	ت : فاطمة عبد الله محمود
١٥٤ - مدرسة فرانكفورت	فيل سليتر	ت : خليل كلفت
١٥٥ - الشعر الأمريكى المعاصر	نخبة من الشعراء	ت : أحمد مرسى
١٥٦ - المدارس الجمالية الكبرى	جى أنبال وآلان وأوديت فيرمو	ت : مى التلمسانى
١٥٧ - خسرو وشيرين	النظامى الكنوجى	ت : عبد العزيز بقوش
١٥٨ - هوية فرنسا (مج ٢ ، ج٢)	فرنان برودل	ت : بشير السباعى
١٥٩ - الإيديولوجية	ديفيد هوكس	ت : إبراهيم فتحى
١٦٠ - آلة الطبيعة	بول إيرليش	ت : حسين بيومى
١٦١ - من المسرح الإسبانى	اليخاندرو كاسونا وأنطونيو جالا	ت : زيدان عبد الحليم زيدان
١٦٢ - تاريخ الكنيسة	يوحنا الآسيوى	ت : صلاح عبد العزيز محجوب
١٦٣ - موسوعة علم الاجتماع ج ١	جوردون مارشال	ت بإشراف : محمد الجوهرى
١٦٤ - شامبليون (حياة من نور)	چان لاكوتير	ت : نبيل سعد
١٦٥ - حكايات الثعلب	أ . ن أفانا سيفا	ت : سهير المصادفة
١٦٦ - العلاقات بين المتدينين والعلمانيين فى إسرائيل	يشعياهو ليفمان	ت : محمد محمود أبو غدير
١٦٧ - فى عالم طاغور	رابندرانات طاغور	ت : شكرى محمد عياد
١٦٨ - دراسات فى الأدب والثقافة	مجموعة من المؤلفين	ت : شكرى محمد عياد
١٦٩ - إبداعات أدبية	مجموعة من المبدعين	ت : شكرى محمد عياد
١٧٠ - الطريق	ميغيل دليبيس	ت : بسام ياسين رشيد
١٧١ - وضع حد	فرانك بيجو	ت : هدى حسين
١٧٢ - حجر الشمس	مختارات	ت : محمد محمد الخطابى
١٧٣ - معنى الجمال	ولتر ت . ستيس	ت : إمام عبد الفتاح إمام
١٧٤ - صناعة الثقافة السوداء	ايليس كاشمور	ت : أحمد محمود
١٧٥ - التليفزيون فى الحياة اليومية	لورينزو فيلشس	ت : وجيه سمعان عبد المسيح
١٧٦ - نحو مفهوم للاقتصاديات البيئية	توم تيتنبرج	ت : جلال البنا
١٧٧ - أنطون تشيخوف	هنرى ترويا	ت : حصة إبراهيم منيف
١٧٨ - مختارات من الشعر اليونانى الحديث	نخبة من الشعراء	ت : محمد حمدى إبراهيم
١٧٩ - حكايات أيسوب	أيسوب	ت : إمام عبد الفتاح إمام
١٨٠ - قصة جاويد	إسماعيل فصيح	ت : سليم عبدالأمير حمدان
١٨١ - النقد الأدبى الأمريكى	فنسنت . ب . ليتش	ت : محمد يحيى

العنوان	المؤلف	المترجم
١٨٢ – العنف والنبوءة	و . ب . بيتس	ت : ياسين طه حافظ
١٨٣ – جان كوكتو على شاشة السينما	رينيه چيلسون	ت : فتحى العشرى
١٨٤ – القاهرة .. حالمة لا تنام	هانز إبندورفر	ت : دسوقى سعيد
١٨٥ – أسفار العهد القديم	توماس تومسن	ت : عبد الوهاب علوب
١٨٦ – معجم مصطلحات هيجل	ميخائيل أنوود	ت : إمام عبد الفتاح إمام
١٨٧ – الأرضة	بُزُرْج علَوى	ت : علاء منصور
١٨٨ – موت الأدب	الڤين كرنان	ت : بدر الديب
١٨٩ – العمى والبصيرة	پول دى مان	ت : سعيد الغانمى
١٩٠ – محاورات كونفوشيوس	كونفوشيوس	ت : محسن سيد فرجانى
١٩١ – الكلام رأسمال	الحاج أبو بكر إمام	ت : مصطفى حجازى السيد
١٩٢ – سياحتنامه إبراهيم بيك	زين العابدين المراغى	ت : محمود سلامة علاوى
١٩٣ – عامل المنجم	بيتر أبراهامز	ت : محمد عبد الواحد محمد
١٩٤ – مختارات من النقد الأنجلو – أمريكى	مجموعة من النقاد	ت : ماهر شفيق فريد
١٩٥ – شتاء ٨٤	إسماعيل فصيح	ت : محمد علاء الدين منصور
١٩٦ – المهلة الأخيرة	فالنتين راسبوتين	ت : أشرف الصباغ
١٩٧ – الفاروق	شمس العلماء شبلى النعمانى	ت : جلال السعيد الحفناوى
١٩٨ – الاتصال الجماهيرى	إدوين إمرى وآخرون	ت : إبراهيم سلامة إبراهيم
١٩٩ – تاريخ يهود مصر فى الفترة العثمانية	يعقوب لانداوى	ت : جمال أحمد الرفاعى وأحمد عبد اللطيف حماد
٢٠٠ – ضحايا التنمية	جيرمى سيبروك	ت : فخرى لبيب
٢٠١ – الجانب الدينى للفلسفة	جوزايا رويس	ت : أحمد الأنصارى
٢٠٢ – تاريخ النقد الأدبى الحديث جـ٤	رينيه ويليك	ت : مجاهد عبد المنعم مجاهد
٢٠٣ – الشعر والشاعرية	ألطاف حسين حالى	ت : جلال السعيد الحفناوى
٢٠٤ – تاريخ نقد العهد القديم	زالمان شازار	ت : أحمد محمود هويدى
٢٠٥ – الجينات والشعوب واللغات	لويجى لوقا كافاللى – سفورزا	ت : أحمد مستجير
٢٠٦ – الهيولية تصنع علمًا جديدًا	جيمس جلايك	ت : على يوسف على
٢٠٧ – ليل إفريقى	رامون خوتاسندير	ت : محمد أبو العطا عبد الرؤوف
٢٠٨ – شخصية العربى فى المسرح الإسرائيلى	دان أوريان	ت : محمد أحمد صالح
٢٠٩ – السرد والمسرح	مجموعة من المؤلفين	ت : أشرف الصباغ
٢١٠ – مثنويات حكيم سنائى	سنائى الغزنوى	ت : يوسف عبد الفتاح فرج
٢١١ – فردينان دوسوسير	جوناثان كلر	ت : محمود حمدى عبد الغنى
٢١٢ – قصص الأمير مرزبان	مرزبان بن رستم بن شروين	ت : يوسف عبد الفتاح فرج
٢١٣ – مصر منذ قدوم نابليون حتى رحيل عبد الناصر	ريمون فلاور	ت : سيد أحمد على الناصرى
٢١٤ – قواعد جديدة للمنهج فى علم الاجتماع	أنتونى جيدنز	ت : محمد محمود محى الدين
٢١٥ – سياحت نامه إبراهيم بيك جـ٢	زين العابدين المراغى	ت : محمود سلامة علاوى
٢١٦ – جوانب أخرى من حياتهم	مجموعة من المؤلفين	ت : أشرف الصباغ
٢١٧ – مسرحيتان طليعيتان	صمويل بيكيت	ت : نادية البنهاوى
٢١٨ – رايولا	خوليو كورتازان	ت : على إبراهيم على منوفى

٢١٩ - بقايا اليوم — كازو ايشجورو — ت : طلعت الشايب
٢٢٠ - الهيولية فى الكون — بارى باركر — ت : على يوسف على
٢٢١ - شعرية كفافى — جريجورى جوزدانيس — ت : رفعت سلام
٢٢٢ - فرانز كافكا — روناك جراى — ت : نسيم مجلى
٢٢٣ - العلم فى مجتمع حر — بول فيرابنر — ت : السيد محمد نفادى
٢٢٤ - دمار يوغسلافيا — برانكا ماجاس — ت : منى عبد الظاهر إبراهيم السيد
٢٢٥ - حكاية غريق — جابرييل جارثيا ماركث — ت : السيد عبد الظاهر عبد الله
٢٢٦ - أرض المساء وقصائد أخرى — ديفيد هربت لورانس — ت : طاهر محمد على البربرى
٢٢٧ - المسرح الإسبانى فى القرن السابع عشر — موسى ماردبا ديف بوركى — ت : السيد عبد الظاهر عبد الله
٢٢٨ - علم الجمالية وعلم اجتماع الفن — جانيت وولف — ت : مارى تيريز عبد المسيح وخالد حسن
٢٢٩ - مأزق البطل الوحيد — نورمان كيمان — ت : أمير إبراهيم العمرى
٢٣٠ - عن الذباب والفئران والبشر — فرانسواز جاكوب — ت : مصطفى إبراهيم فهمى
٢٣١ - الدرافيل — خايمى سالوم بيدال — ت : جمال أحمد عبد الرحمن
٢٣٢ - مابعد المعلومات — توم ستينر — ت : مصطفى إبراهيم فهمى
٢٣٣ - فكرة الاضمحلال — أرثر هيرمان — ت : طلعت الشايب
٢٣٤ - الإسلام فى السودان — ج. سبنسر تريمنجهام — ت : فؤاد محمد عكود
٢٣٥ - ديوان شمس تبريزى ج١ — جلال الدين الرومى — ت : إبراهيم الدسوقى شتا
٢٣٦ - الولاية — ميشيل تود — ت : أحمد الطيب
٢٣٧ - مصر أرض الوادى — روبين فيدين — ت : عنايات حسين طلعت
٢٣٨ - العولمة والتحرير — الانكتاد — ت : ياسر محمد جاد الله وعربى مدبولى أحمد
٢٣٩ - العربى فى الأدب الإسرائيلى — جيلارافر - رابوخ — ت : نادية سليمان حافظ وإيهاب صلاح فايق
٢٤٠ - الإسلام والغرب وإمكانية الحوار — كامى حافظ — ت : صلاح عبد العزيز محمود
٢٤١ - فى انتظار البرابرة — ك. م كويتز — ت : ابتسام عبد الله سعيد
٢٤٢ - سبعة أنماط من الغموض — وليام إمبسون — ت : صبرى محمد حسن عبد النبى
٢٤٣ - تاريخ إسبانيا الإسلامية جـ١ — ليفى بروفنسال — ت : مجموعة من المترجمين
٢٤٤ - الغليان — لاورا إسكيبيل — ت : نادية جمال الدين محمد
٢٤٥ - نساء مقاتلات — إليزابيتا أديس — ت : توفيق على منصور
٢٤٦ - قصص مختارة — جابرييل جرثيا ماركث — ت : على إبراهيم على منوفى
٢٤٧ - الثقافة الجماهيرية والحداثة فى مصر — وولتر أرمبرست — ت : محمد الشرقاوى
٢٤٨ - حقول عدن الخضراء — أنطونيو جالا — ت : عبد اللطيف عبد الحليم
٢٤٩ - لغة التمزق — دراجو شتامبوك — ت : رفعت سلام
٢٥٠ - علم اجتماع العلوم — دومنيك فينك — ت : ماجدة أباظة
٢٥١ - موسوعة علم الاجتماع ج ٢ — جوردون مارشال — ت بإشراف : محمد الجوهرى
٢٥٢ - رائدات الحركة النسوية المصرية — مارجو بدران — ت : على بدران
٢٥٣ - تاريخ مصر الفاطمية — ل. أ. سيمينوفا — ت : حسن بيومى
٢٥٤ - الفلسفة — ديف روبنسون وجودى جروفز — ت : إمام عبد الفتاح إمام
٢٥٥ - أفلاطون — ديف روبنسون وجودى جروفز — ت : إمام عبد الفتاح إمام

٢٥٦ – ديكارت   ديف روبنسون وجودى جروفز   ت : إمام عبد الفتاح إمام
٢٥٧ – تاريخ الفلسفة الحديثة   وليم كلى رايت   ت : محمود سيد أحمد
٢٥٨ – الغجر   سير أنجوس فريزر   ت : عُبادة كُحيلة
٢٥٩ – مختارات من الشعر الأرمنى   نخبة   ت : ڤاروچان كازانچيان
٢٦٠ – موسوعة علم الاجتماع ج٣   جوردون مارشال   ت بإشراف : محمد الجوهرى
٢٦١ – رحلة فى فكر زكى نجيب محمود   زكى نجيب محمود   ت : إمام عبد الفتاح إمام
٢٦٢ – مدينة المعجزات   إدوارد مندوثا   ت : محمد أبو العطا عبد الرؤوف
٢٦٣ – الكشف عن حافة الزمن   چون جريبن   ت : على يوسف على
٢٦٤ – إبداعات شعرية مترجمة   هوراس / شلى   ت : لويس عوض
٢٦٥ – روايات مترجمة   أوسكار وايلد وصموئيل جونسون   ت : لويس عوض
٢٦٦ – مدير المدرسة   جلال آل أحمد   ت : عادل عبد المنعم سويلم
٢٦٧ – فن الرواية   ميلان كونديرا   ت : بدر الدين عرودكى
٢٦٨ – ديوان شمس تبريزى ج٢   جلال الدين الرومى   ت : إبراهيم الدسوقى شتا
٢٦٩ – وسط الجزيرة العربية وشرقها ج١   وليم چيفور بالجريف   ت : صبرى محمد حسن
٢٧٠ – وسط الجزيرة العربية وشرقها ج٢   وليم چيفور بالجريف   ت : صبرى محمد حسن
٢٧١ – الحضارة الغربية   توماس سى . باترسون   ت : شوقى جلال
٢٧٢ – الأديرة الأثرية فى مصر   س. س. والترز   ت : إبراهيم سلامة
٢٧٣ – الاستعمار والثورة فى الشرق الأوسط   جوان آر. لوك   ت : عنان الشهاوى
٢٧٤ – السيدة بربارا   رومولو جلاجوس   ت : محمود على مكى
٢٧٥ – ت. س. إليوت شاعراً وناقداً وكاتباً مسرحياً   أقلام مختلفة   ت : ماهر شفيق فريد
٢٧٦ – فنون السينما   فرانك جوتيران   ت : عبد القادر التلمسانى
٢٧٧ – الجينات : الصراع من أجل الحياة   بريان فورد   ت : أحمد فوزى
٢٧٨ – البدايات   إسحق عظيموف   ت : ظريف عبد الله
٢٧٩ – الحرب الباردة الثقافية   فرانسيس ستونر سوندرز   ت : طلعت الشايب
٢٨٠ – من الأدب الهندى الحديث والمعاصر   بريم شند وآخرون   ت : سمير عبد الحميد
٢٨١ – الفردوس الأعلى   مولانا عبد الحليم شرر الكهنوى   ت : جلال الحفناوى
٢٨٢ – طبيعة العلم غير الطبيعية   لويس ولبيرت   ت : سمير حنا صادق
٢٨٣ – السهل يحترق   خوان روافو   ت : على البمبى
٢٨٤ – هرقل مجنوناً   يوريبيدس   ت : أحمد عتمان
٢٨٥ – رحلة الخواجة حسن نظامى   حسن نظامى   ت : سمير عبد الحميد
٢٨٦ – رحلة إبراهيم بك ج٣   زين العابدين المراغى   ت : محمود سلامة علاوى
٢٨٧ – الثقافة والعولمة والنظام العالمى   أنتونى كينج   ت : محمد يحيى وآخرون
٢٨٨ – الفن الروائى   ديفيد لودج   ت : ماهر البطوطى
٢٨٩ – ديوان منجوهرى الدامغانى   أبو نجم أحمد بن قوص   ت : محمد نور الدين
٢٩٠ – علم الترجمة واللغة   جورج مونان   ت : أحمد زكريا إبراهيم
٢٩١ – المسرح الإسبانى فى القرن العشرين ج١   فرانشسكو رويس رامون   ت : السيد عبد الظاهر
٢٩٢ – المسرح الإسبانى فى القرن العشرين ج٢   فرانشسكو رويس رامون   ت : السيد عبد الظاهر

٢٩٣ - مقدمة للأدب العربى	روجر آلان	ت : نخبة من المترجمين
٢٩٤ - فن الشعر	بوالو	ت : رجاء ياقوت صالح
٢٩٥ - سلطان الأسطورة	جوزيف كامبل	ت : بدر الدين حب الله الديب
٢٩٦ - مكبث	وليم شكسبير	ت : محمد مصطفى بدوى
٢٩٧ - فن النحو بين اليونانية والسوريانية	ديونيسيوس ثراكس - يوسف الأهوانى	ت : ماجدة محمد أنور
٢٩٨ - مأساة العبيد	أبو بكر تفاوابليوه	ت : مصطفى حجازى السيد
٢٩٩ - ثورة التكنولوجيا الحيوية	جين ل. ماركس	ت : هاشم أحمد فؤاد
٣٠٠ - أسطورة بروميثيوس مج١	لويس عوض	ت : جمال الجزيرى وبهاء چاهين
٣٠١ - أسطورة بروميثيوس مج٢	لويس عوض	ت : جمال الجزيرى ومحمد الجندى
٣٠٢ - فنجنشتين	جون هيتون وجودى جروفز	ت : إمام عبد الفتاح إمام
٣٠٣ - بـوذا	جين هوب وبورن فان لون	ت : إمام عبد الفتاح إمام
٣٠٤ - ماركس	ريـوس	ت : إمام عبد الفتاح إمام
٣٠٥ - الجلد	كروزيو مالابارته	ت : صلاح عبد الصبور
٣٠٦ - الحماسة - النقد الكانطى للتاريخ	چان - فرانسوا ليوتار	ت : نبيل سعد
٣٠٧ - الشعور	ديفيد بابينو	ت : محمود محمد أحمد
٣٠٨ - علم الوراثة	ستيف جونز	ت : ممدوح عبد المنعم أحمد
٣٠٩ - الذهن والمخ	انجوس چيلاتى	ت : جمال الجزيرى
٣١٠ - يونج	ناجى هيد	ت : محيى الدين محمد حسن
٣١١ - مقال فى المنهج الفلسفى	كولنجوود	ت : فاطمة إسماعيل
٣١٢ - روح الشعب الأسود	وليم دى بويز	ت : أسعد حليم
٣١٣ - أمثال فلسطينية	خايير بيان	ت : عبد الله الجعيدى
٣١٤ - الفن كعدم	جينس مينيك	ت : هويدا السباعى
٣١٥ - جرامشى فى العالم العربى	ميشيل بروندينو	ت :كاميليا صبحى
٣١٦ - محاكمة سقراط	آ. ف. ستون	ت : نسيم مجلى
٣١٧ - بلا غد	شير لايموفا - زنيكين	ت : أشرف الصباغ
٣١٨ - الأدب الروسى فى السنوات العشر الأخيرة	نخبة	ت : أشرف الصباغ
٣١٩ - صور دريدا	جايتر ياسبيفاك وكرستوفر نوريس	ت : حسام نايل
٣٢٠ - لمعة السراج فى حضرة التاج	محمد روشن	ت : محمد علاء الدين منصور
٣٢١ - تاريخ إسبانيا الإسلامية ج٢	ليفى برو فنسال	ت : نخبة من المترجمين
٣٢٢ - التأريخ الغربى للفن الحديث	دبليوجين كلينباور	ت : خالد مفلح حمزة
٣٢٣ - فن الساتورا	تراث يونانى قديم	ت : هانم سليمان
٣٢٤ - اللعب بالنار	أشرف أسدى	ت : محمود سلامة علاوى
٣٢٥ - عالم الآثار	فيليب بوسان	ت : كرستين يوسف
٣٢٦ - المعرفة والمصلحة	جورجين هابرماس	ت : حسن صقر
٣٢٧ - مختارات شعرية مترجمة	نخبة	ت : توفيق على منصور
٣٢٨ - يوسف وزليخة	نور الدين عبد الرحمن بن أحمد	ت : عبد العزيز بقوش
٣٢٩ - رسائل عيد الميلاد	تد هيوز	ت : محمد عيد إبراهيم

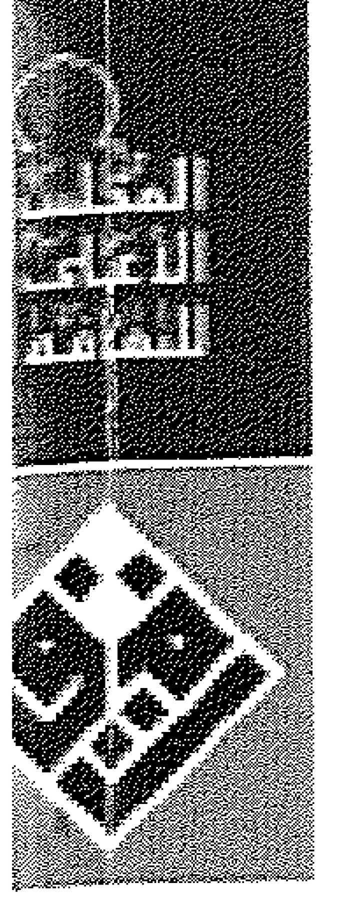
العنوان	المؤلف	المترجم
٣٣٠ – كل شيء عن التمثيل الصامت	مارفن شبرد	ت : سامي صلاح
٣٣١ – عندما جاء السردين	ستيفن جراى	ت : سامية دياب
٣٣٢ – القصة القصيرة فى اسبانيا	نخبة	ت : على إبراهيم على منوفى
٣٣٣ – الإسلام فى بريطانيا	نبيل مطر	ت : بكر عباس
٣٣٤ – لقطات من المستقبل	آرثر س. كلارك	ت : مصطفى فهمى
٣٣٥ – عصر الشك	ناتالى ساروت	ت : فتحى العشرى
٣٣٦ – متون الأهرام	نصوص قديمة	ت : حسن صابر
٣٣٧ – فلسفة الولاء	جوزايا رويس	ت : أحمد الأنصارى
٣٣٨ – قصص قصيرة من الهند	نخبة	ت : جلال السعيد الحفناوى
٣٣٩ – تاريخ الأدب فى إيران جـ٣	على أصغر حكمت	ت : محمد علاء الدين منصور
٣٤٠ – اضطراب فى الشرق الأوسط	بيرش بيربيروجلو	ت : فخرى لبيب
٣٤١ – قصائد من رلكه	راينر ماريا رلكه	ت : حسن حلمى
٣٤٢ – سلامان وأبسال	نور الدين عبد الرحمن بن أحمد	ت : عبد العزيز بقوش
٣٤٣ – العالم البرجوازى الزائل	نادين جورديمر	ت : سمير عبد ربه
٣٤٤ – الموت فى الشمس	بيتر بلانجوه	ت : سمير عبد ربه
٣٤٥ – الركض خلف الزمن	بونه ندائى	ت : يوسف عبد الفتاح فرج
٣٤٦ – سحر مصر	رشاد رشدى	ت : جمال الجزيرى
٣٤٧ – الصبية الطائشون	جان كوكتو	ت : بكر الحلو
٣٤٨ – المتصوفة الأولون فى الأدب التركى جـ١	محمد فؤاد كوبريلى	ت : عبد الله أحمد إبراهيم
٣٤٩ – دليل القارئ إلى الثقافة الجادة	أرثر والدرون وآخرين	ت : أحمد عمر شاهين
٣٥٠ – بانوراما الحياة السياحية	أقلام مختلفة	ت : عطية شحاتة
٣٥١ – مبادئ المنطق	جوزايا رويس	ت : أحمد الأنصارى
٣٥٢ – قصائد من كفافيس	قسطنطين كفافيس	ت : نعيم عطية
٣٥٣ – الفن الإسلامى فى الأندلس (هندسية)	باسيليو بابون مالدونالد	ت : على إبراهيم على منوفى
٣٥٤ – الفن الإسلامى فى الأندلس (نباتية)	باسيليو بابون مالدونالد	ت : على إبراهيم على منوفى
٣٥٥ – التيارات السياسية فى إيران	حجت مرتضى	ت : محمود سلامة علاوى
٣٥٦ – الميراث المر	بول سالم	ت : بدر الرفاعى
٣٥٧ – متون هيرميس	نصوص قديمة	ت : عمر الفاروق عمر
٣٥٨ – أمثال الهوسا العامية	نخبة	ت : مصطفى حجازى السيد
٣٥٩ – محاورات بارمنيدس	أفلاطون	ت : حبيب الشارونى
٣٦٠ – أنثروبولوجيا اللغة	أندريه جاكوب ونويلا باركان	ت : ليلى الشربينى
٣٦١ – التصحر : التهديد والمجابهة	آلان جرينجر	ت : عاطف معتمد وآمال شاور
٣٦٢ – تلميذ باينبرج	هاينرش شبورال	ت : سيد أحمد فتح الله
٣٦٣ – حركات التحرر الأفريقى	ريتشارد جيبسون	ت : صبري محمد حسن
٣٦٤ – حداثة شكسبير	إسماعيل سراج الدين	ت : نجلاء أبو عجاج
٣٦٥ – سأم باريس	شارل بودلير	ت : محمد أحمد حمد
٣٦٦ – نساء يركضن مع الذئاب	كلاريسا بنكولا	ت : مصطفى محمود محمد

٣٦٧- القلم الجرىء	نخبة	ت: البرّاق عبدالهادى رضا
٣٦٨- المصطلح السردى	جيرالد برنس	ت: عابد خزندار
٣٦٩- المرأة فى أدب نجيب محفوظ	فوزية العشماوى	ت: فوزية العشماوى
٣٧٠- الفن والحياة فى مصر الفرعونية	كليرلا لويت	ت: فاطمة عبدالله محمود
٣٧١- المتصوفة الأولون فى الأدب التركى ج٢	محمد فؤاد كوبريلى	ت: عبدالله أحمد إبراهيم
٣٧٢- عاش الشباب	وانغ مينغ	ت: وحيد السعيد عبدالحميد
٣٧٣- كيف تعد رسالة دكتوراه	أمبرتو إيكو	ت: على إبراهيم على منوفى
٣٧٤- اليوم السادس	أندريه شديد	ت: حمادة إبراهيم
٣٧٥- الخلود	ميلان كونديرا	ت: خالد أبو اليزيد
٣٧٦- الغضب وأحلام السنين	نخبة	ت: إدوار الخراط
٣٧٧- تاريخ الأدب فى إيران جـ٤	على أصغر حكمت	ت: محمد علاء الدين منصور
٣٧٨- المسافر	محمد إقبال	ت: يوسف عبدالفتاح فرج
٣٧٩- ملك فى الحديقة	سنيل باث	ت: جمال عبدالرحمن
٣٨٠- حديث عن الخسارة	جونتر جراس	ت: شيرين عبدالسلام
٣٨١- أساسيات اللغة	ر. ل. تراسك	ت: رانيا إبراهيم يوسف
٣٨٢- تاريخ طبرستان	بهاء الدين محمد إسفنديار	ت: أحمد محمد نادى
٣٨٣- هدية الحجاز	محمد إقبال	ت: سمير عبدالحميد إبراهيم
٣٨٤- القصص التى يحكيها الأطفال	سوزان إنجيل	ت: إيزابيل كمال
٣٨٥- مشترى العشق	محمد على بهزادراد	ت: يوسف عبدالفتاح فرج
٣٨٦- دفاعًا عن التاريخ الأدبى النسوى	جانيت تود	ت: ريهام حسين إبراهيم
٣٨٧- أغنيات وسوناتات	چون دن	ت: بهاء چاهين
٣٨٨- مواعظ سعدى الشيرازى	سعدى الشيرازى	ت: محمد علاء الدين منصور
٣٨٩- من الأدب الباكستانى المعاصر	نخبة	ت: سمير عبدالحميد إبراهيم
٣٩٠- الأرشيفات والمدن الكبرى	نخبة	ت: عثمان مصطفى عثمان
٣٩١- الحافلة الليلكية	مايف بينشى	ت: منى الدروبى
٣٩٢- مقامات ورسائل أندلسية	نخبة	ت: عبداللطيف عبدالحليم
٣٩٣- فى قلب الشرق	ندوة لويس ماسينيون	ت: نخبة
٣٩٤- القوى الأساسية الأربع فى الكون	بول ديفيز	ت: هاشم أحمد محمد
٣٩٥- آلام سياوش	إسماعيل فصيح	ت: سليم حمدان
٣٩٦- السافاك	تقى نجارى راد	ت: محمود سلامة علاوى
٣٩٧- نيتشه	لورانس جين	ت: إمام عبدالفتاح إمام
٣٩٨- سارتر	فيليب تودى	ت: إمام عبدالفتاح إمام
٣٩٩- كامى	ديفيد ميروفتس	ت: إمام عبدالفتاح إمام
٤٠٠- مومو	مشيائيل إنده	ت: باهر الجوهرى
٤٠١- الرياضيات	زيادون ساردر	ت: ممدوح عبد المنعم
٤٠٢- هوكنج	ج. ب. ماك ايفوى	ت: ممدوح عبدالمنعم

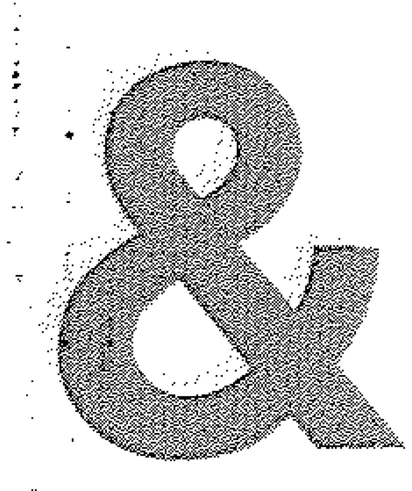
التنفيذ والطباعة: Stampa

١١ ميدان سفنكس - المهندسين

تليفون: 3034408 - 3448824



Introducing...
Hawking



j.p. McEvoy
Oscar Zarate

المشروع القومي للترجمة

أقدم لك ... هذه السلسلة!

ليست أفكار الفلسفة هى وحدها الغامضة، بل هناك أيضًا كثرة كثيرة من الأفكار العلمية - فى جميع العلوم تقريبًا بلا استثناء - يصعب على القارئ غير المتخصص أن يستوعبها بسهولة، ومن ثم فهى تحتاج إلى شرح وإيضاح بالرسوم والصور فما هو الشعور واللا شعور؟ وما هو الفرق بين الذهن والمخ، وكيف نتعامل معهما. وما هى الوراثة والمورثات؟ وما الرياضيات، ولماذا كانت غامضة بالنسبة لمعظم الناس؟

كما أننا نحتاج إلى أن نعرف شيئًا عن كبار من العلماء بطريقة مبسطة - عن فرويد ويونج وكلاين ونيوتن وهوكنج .... الخ.

وإذا كانت الأعداد الستة الأولى من هذه السلسلة قد عرضت لمجموعة من الفلاسفة لاستجلاء غوامض أفكارهم عن طريق الرسوم، والصور، والأشكال التوضيحية، فأننا نفعل الشئ نفسه بالنسبة للأفكار العلمية، عن الشعور، واللاشعور، والذهن، والمخ .... الخ. وغيرها من أفكار وإننا نأمل أن يجد فيها القارئ نفس المتعة السابقة.

